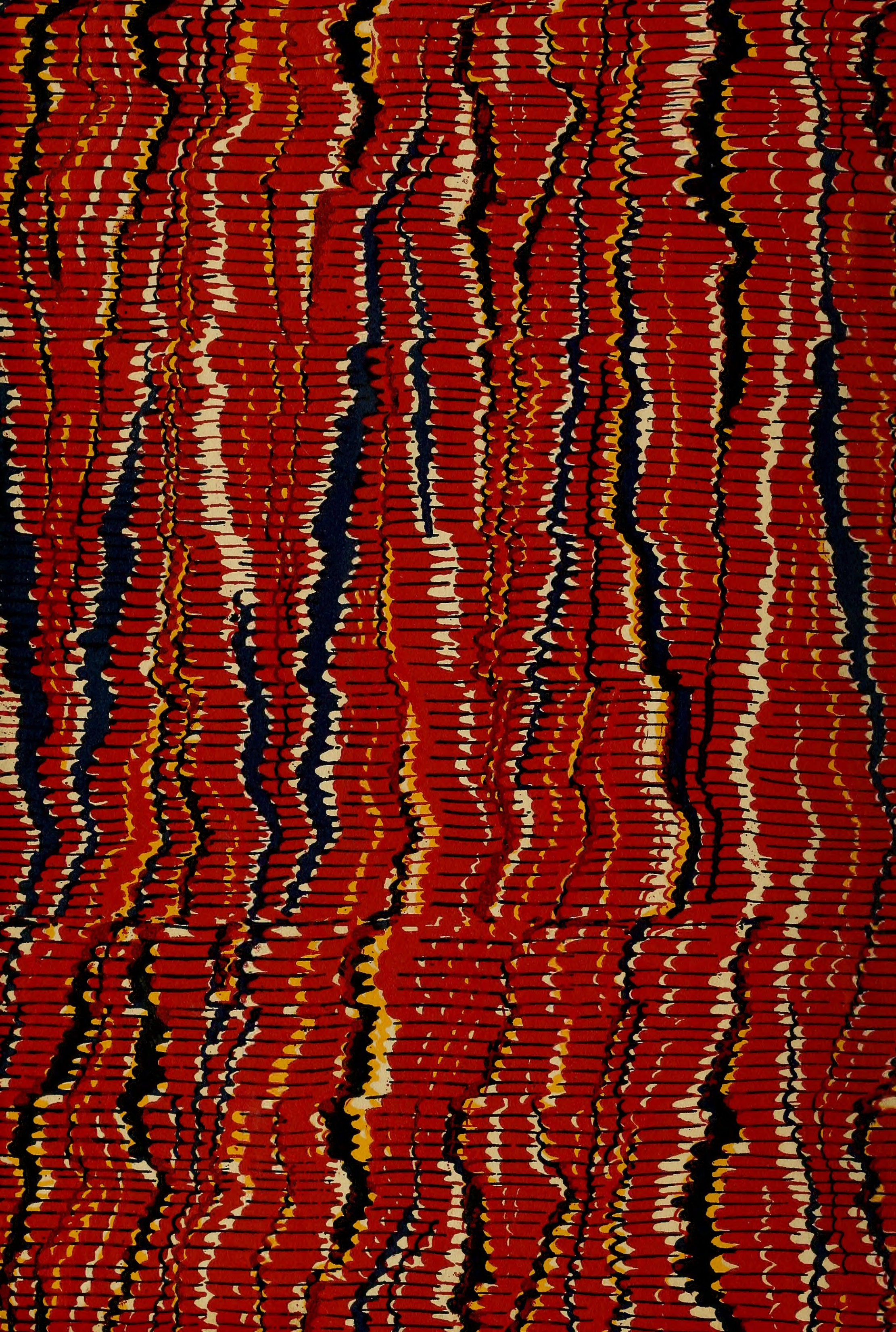
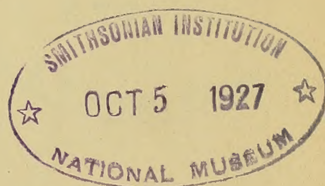




ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA



ANALES

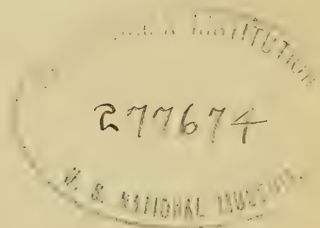
DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

TOMO LXXXI

Primer semestre de 1916



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1916

ANALES

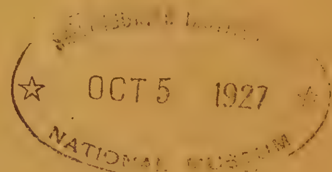
DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

ENERO-FEBRERO 1916. — ENTREGAS I-II TOMO LXXXI

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1916

JUNTA DIRECTIVA

ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales,* que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.

La Dirección.

PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías

	Pesos moneda nacional
Por mes	1.00
Por año	12.00
Número atrasado	2.00
— para los socios	1.00

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano

INVESTIGACIONES GEOQUÍMICAS

POR EL DOCTOR F. REICHERT

CAPÍTULO I

LAS ROCAS ERUPTIVAS DE LA ALTA CORDILLERA DE MENDOZA

Las rocas eruptivas andinas estudiadas en el presente trabajo, tienen su origen en la parte de la cordillera argentino-chilena, que como región inexplorada se extiende entre el 32°56′ y 35°15′, y que después de las expediciones de Helbling-Reichert se ha denominado región del ventisquero río Plomo. Algunas otras rocas provienen del macizo del Tupungato y además se han incluído en nuestros cálculos las rocas, que afloran en la cumbre del Aconcagua, descriptas por Bonney y analizadas por Gray (1).

Las rocas plutónicas de la « región del ventisquero Plomo », forman principalmente su borde occidental y constituyen la cordillera de límites, que culmina en los macizos gigantescos del Nevado Juncal del Nevado de Plomo y sus vasallos, cuyo declive corre hacia los portezuelos de Pircas y Morado. Los encontramos también en varias otras cumbres de la Sierra Chorrillos, que limita el borde oriental de esta región; en general las *rocas demuestran una presencia muy frecuente* en los alrededores más cercanos o lejanos.

Las rocas del Tupungato provienen en parte del macizo del cerro

(1) FITZGERALD, *The highest Andes*, London.

mismo, en parte pertenecen a la zona eruptiva del valle Tupungato inferior, donde las poderosas montañas de granito entre la desembocadura del rio Blanco hasta Chorrillos caracterizan esta zona. Las muestras de rocas estudiadas y analizadas han sido tomadas *in situ* por el doctor Helbling y por el autor; su presencia local y su extensión regional dentro de las regiones exploradas es exactamente conocida, de tal modo que las diferentes clases de rocas pueden fácilmente ser marcadas en el mapa geológico.

La investigación científica del material coleccionado nos parecía tanto más deseable, cuanto que las rocas eruptivas de nuestra región no son de presencia esporádica, sino que se las encuentra en muchos otros lugares de las Cordilleras de los Andes (1) hasta Patagonia, por cuya causa hemos creído, que los resultados obtenidos fueran de interés general también para rocas de otra procedencia.

Las investigaciones químicas de estas rocas se consideran como primera parte de un estudio petrográfico completo, siguiendo en anexo la segunda parte, sobre la investigación óptica de las láminas, realizado en el instituto geológico de la Universidad de Basilea, por intermedio del doctor Helbling. El objeto principal de la investigación química era naturalmente en primera línea: la determinación cuantitativa de sus diferentes componentes y en base del análisis cuantitativo, el establecimiento de un sistema químico de clasificación, en el cual los tipos de las rocas analizadas fácilmente pudieron ser colocadas.

Para el establecimiento de un tal sistema químico era necesario calcular provisionalmente los componentes cuantitativamente determinados a combinaciones minerales, como se presentan frecuentemente en rocas y de poner en relación entre sí, las proporciones de los minerales calculados para hacer una comparación. Es evidente, que a un tal ensayo los minerales calculados a base del análisis global y supuestos cristalizados de un magna de composición química dada, no corresponden siempre ni cualitativa ni cuantitativamente a la composición mineral efectiva de la roca, reconocida *a priori* o determinada a vía óptica.

Pero si también por razones bien explicables, la clasificación indicada no es la ideal — en la cual solamente queda expresada la propor-

(1) Como me lo comunicó el señor doctor Backlund, parece que el pórfiro número 2 del Nevado de Plomo con sus concreciones es muy parecido e idéntico a los pórfidos de la Cordillera del Viento (Chosmalal). (Comunicación privada.)

ción entre las cantidades de los minerales efectivamente existente en las rocas — sin embargo nos parecía de interés para demostrar el gran alcance del sistema químico aquí adoptado, como en ciertos casos se le aproxima al ideal y que ventaja tiene el cálculo químico también en el caso, en que el mineral calculado o la proporción de los minerales, no coinciden con la composición efectiva de la roca. El método de cálculo tratará de qué manera es posible recalcular bajo ciertas condiciones el mineral hipotético al mineral efectivo, sea por la investigación óptica o por el análisis parcial.

De los 29 análisis de los representantes típicos de estas rocas eruptivas se ha calculado 25. Cuatro muestras no han podido calcularse por que son tobas y breccias. Lo mismo puede decirse de la roca cornea del valle Tupungato. Cada análisis siempre ha sido calculado según el mismo principio y los resultados se han recopilados en tablas, que fácilmente pueden ser controladas o en el caso de que la composición mineral encontrada por cálculo no coincida con la composición mineral efectiva, posiblemente pueden ser recalculados después de la investigación óptica.

Los análisis

En todos los casos se ha empleado como materia de análisis, el polvo de las rocas secado al aire. La marcha del análisis se hizo según los métodos conocidos, tomando en consideración los métodos especiales propuestos por Hillebrand y Dittrich. Ha sido determinado : SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, H_2O, TiO_2 P_2O_5, MnO, CO_2, Cl, S y Zr. Los análisis se han efectuados en el laboratorio de química de la Facultad de agronomía de Buenos Aires, en parte por el autor, en parte por el ex jefe de trabajos prácticos señor Nicolás Camus, a quien quedo muy agradecido por su colaboración. Se hace presente, que se ha dedicado mucha atención a estos análisis y salvo errores que involuntariamente pudieron cometerse se puede garantizar la exactitud de los resultados analíticos.

Elección de un método de cálculo y de clasificación

La idea de calcular y de combinar ciertos minerales, que con frecuencia forman rocas, partiendo de un análisis global de una roca eruptiva y, además, la intención de clasificar dichas rocas en base de

un tal cálculo, ha encontrado partidarios y adversarios (1). Una proposición muy notable en este sentido ha sido hecha por Cross, Iddings, Pirsson y Washington en su libro dedicado al químico jefe de la *Geological Survey* señor W. Hillebrand, titulado *The quantitative clasification of igneous rocks.* Presentando este método de clasificación, del punto de vista químico, ventajas indiscutibles y una superioridad absoluta sobre otros sistemas químicos, lo hemos adoptado para el cálculo y la clasificación de nuestras rocas. La otra ventaja de esta elección es también la que los petrógrafos de la *Geological Survey* ya desde años atrás se sirvieron del mismo sistema y que por esta razón nuestras rocas de la alta cordillera incorporadas en este sistema pueden fácilmente ser comparadas con los que ocupan las mismas posiciones. Para poder comprender nuestros cálculos hay que tener presente lo siguiente :

Los minerales que generalmente cristalizan o se separan de un magna son :

1° Minerales, que consisten en SiO_2 y alúmina libre (la última frecuentemente acompañada por zirconio), por ejemplo : cuarzo y corundo;

2° Minerales de alúmina, libres de magnesio y hierro, a saber los feldespatos, por ejemplo, ortoclasa, albita, anortita, leucita, nefelino, sodalita, neselita y las mezclas de estos feldespatos;

3° Minerales de alúmina, que contienen magnesia y hierro, a saber los piroxenes, anfiboles, hornblendas, micas, turmalinas, espineles, etc.;

4° Minerales, compuestos de sílice y ferromagnesia, libres de alúmina, por ejemplo, hiperstene, diopsida, acmita, olivino, wollastonita, etc.;

5° Minerales libres de alúmina y sílice como : ilmenita, apatita, calcita, fluerita, también los óxidos o sulfuros de los metales pesados.

Ahora bien. Si se considera estos diferentes grupos de minerales entre sí, es evidente, que para poder establecer un sistema químico de clasificación uniforme, basado en un cálculo hipotético del análisis global, solamente estos minerales o combinación de minerales de estos cinco grupos se puede tomar en consideración, sabiéndose que su separación del magna se observa frecuentemente y cuya composición química en cualquier circunstancia es constante.

Para un tal objeto no se prestan los minerales del tercer grupo, los piroxenes, hornblendas y micas a pesar de su frecuente presencia, pues

(1) Véase Bunsen, *Sobre la teoría de v. Waltershausen sobre formación de rocas.*

por un lado su separación de la magna, por otro lado su composición química es variable e inconstante, y por el momento no suficientemente investigado. Eliminando pues por ahora este grupo, tenemos la elección dentro de los cuatro grupos restantes, cuyos minerales poseen las condiciones exigidas y pueden calcularse o bien establecer ciertas combinaciones. Para cada magna se puede calcular así una composición mineral hipotética « tipo » y por introducción de este tipo nos encontramos en condiciones de poner en correlación todas las rocas eruptivas de la misma composición química, ya sean cristalinos o vidriosos. Naturalmente en este caso hay que tener presente de qué naturaleza son los minerales si se desarrollaran totalmente en un magna durante la cristalización.

Es evidente, que en tal caso solamente dos grupos de minerales desempeñan el papel principal, a saber : 1° los minerales libres de alúmina y sílice del quinto grupo, y 2° los minerales de alúmina y sílice, los feldespatos del segundo grupo. Siendo además la composición química de estos minerales conocida en todos los casos, el cálculo de estos componentes del magna es sencillo y se puede establecer la composición « tipo ».

Para la construcción uniforme del sistema químico de clasificación solamente es necesario calcular siempre los componentes minerales en igual sentido y comparar las cantidades relativas entre sí. De estos « tipos », que forman la base para el cálculo de los resultados analíticos y para la clasificación de nuestras rocas, distinguimos ahora dos grupos principales :

1° Los minerales sílico-alúminas, que brevemente se llaman minerales « salicos » ;

2° Minerales compuestos de hierro, magnesia (cal) que llamamos minerales « femicos ».

Los representantes principales de estos dos grupos y los más importantes para los siguientes cálculos son :

Grupo 1. Cuarzo, corundo, zirconio, ortoclasa, albita, anortita, nefelino, leucita, kaliofilito, sodalita y noselita.

Grupo 2. Magnetita, ilmenita, hematita, diopsida, hiperstene, olivino, apatita, calcita, wellastonita, acmita, titanita, rutilo, forsterito, enstatito y metasilicato de sodio.

Si se calcula del análisis químico la composición de una roca á base de estos dos grupos de minerales, se obtiene la composición « tipo » que determina la posición de la roca en el sistema. Esta composición tipo puede o no corresponder a la composición mineral efectiva. Para

la clasificación aquí propuesta, este no tiene influencia. La manera como se puede calcular en ciertos casos de la composición « tipo » la composición mineral verdadera, se explicará más adelante. Solamente el hecho de que en muchos casos, por ejemplo, si en la separación magmática no se han formados minerales sílico-ferro-aluminosos, la composición mineral de una roca encontrada por cálculo, coincide con la composición verdadera, hace del sistema elegido el más natural y le da la soberanía sobre los demás sistemas.

Cálculo de la composición tipo

Tratándose de la determinación de cantidades de estos minerales « tipos » y de la obtención de resultados que en todos los casos son entre sí comparables, es necesario emplear un método de cálculo uniforme. Dicho cálculo se puede deducir sea del análisis químico global o bien por la « cifra estimada óptica ». El método de cálculo se basa sobre relaciones químico-mineralógicas generalmente observadas entre los minerales formativos de rocas del grupo sílico-alúmina y del grupo hierro magnesia (cal).

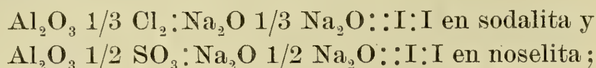
Estas relaciones químicas de los minerales sílico-alúminas son :

1° La relación constante entre la molécula de alúmina y de soda (potasa) en la ortoclasa, albita, leucita, y nefelino donde :



$$Al_2O_3 : K_2O(Na_2O) = I : I ;$$

2° La relación correspondiente de estos constituyentes en la sodalita y noselita donde :



$$Al_2O_3\ 1/3\ Cl_2 : Na_2O\ 1/3\ Na_2O :: I : I \text{ en sodalita y}$$
$$Al_2O_3\ 1/2\ SO_3 : Na_2O\ 1/2\ Na_2O :: I : I \text{ en noselita ;}$$

3° La relación constante entre $Al_2O_3 : CaO :: I : I$ en la molécula de anortita ;

4° Bajo condiciones favorables la formación de corundo en tales rocas que poseen un exceso de alúmina ;

5° La relación de la dependencia de los poli-orto y metasilicatos de feldespatos del ácido silícico disponible en el magna donde por ejemplo, no es posible, que en presencia de SiO_2 libre cristalice leucita o nefelino ;

6° La mayor afinidad de la alúmina al potasio que al sodio y la afi-

nidad mayor a los alcalinos que a la cal, de tal manera que con preferencia lo forman primeramente los feldespatos alcalinos;

7° La relación constante entre SiO2 y ZrO2 en el zirconio donde



$$ZrO_2 : SiO_2 :: I : I.$$

Los minerales del grupo ferromagnesia (cal) demuestran las siguientes relaciones y regularidad de ley:

1° Relación constante entre Fe_2O_3 y Na_2O en la molécula de acmita donde:



$$Fe_2O_3 : Na_2O :: I : I;$$

2° El hecho de que la acmita regularmente se desarrolla del magna, si la potasa ó soda están presentes en exceso sobre la alúmina;

3° La relación constante entre Fe_2O_3 y FeO en magnetita donde:



$$Fe_2O_3 : FeO :: I : I;$$

4° La misma relación entre FeO y TiO_2 en la ilmenita donde:



$$FeO : TiO_2 :: I : I;$$

5° La misma relación entre CaO y TiO_2 en titanita y perofskita donde también:



$$CaO : TiO_2 :: I : I;$$

6° El desarrollo de silicato de titanio «titanita» en las rocas más ricas en sílice y el del perofskita en las rocas más pobres en sílice;

7° La relación constante de P_2O_5 a CaO en la apatita donde:



$$P_2O_5 : CaO :: I : 3,3;$$

8° La relación constante de CaO : (MgFe)O en diopsida donde:



$$CaO : (MgFe)O :: I : I;$$

9° La presencia de los meta y ortosilicatos de magnesia y hierro, por ejemplo, del hiperstone u olivino;

10° La frecuente, pero no invariable relación entre (MgFe)O y SiO_2 disponible donde si hay cantidad suficiente de SiO_2 forma primeramente hiperstone y luego olivino;

11° La presencia ocasional de la molécula $Na_2O . SiO_2$, que entra en

la arfvedsonita en tales rocas en las cuales hay un exceso de K_2O y Na_2O sobre Al_2O_2 y Fe_2O_3;

12° El hecho de que aparte de la apatita y calcita solamente la magnetita, ilmenita, o hematita figuran como minerales principales en rocas libres de SiO_2 y Al_2O_3;

13° Finalmente es característico la presencia simultánea de SiO_2, CaO y Na_2O en los minerales de ambos grupos.

Tomando en consideración estas relaciones y regularidades recíprocas, se puede calcular la composición mineral « tipo » de una roca y puede dársele un lugar en el sistema. La manera de calcular la molécula mineral — expuesta en las tablas — es brevemente la siguiente:

1° Primeramente se determina la proporción molecular por división de los pesos moleculares de los componentes en las cifras analíticas encontradas;

2° Antes de empezar con la distribución de los componentes para la construcción de la molécula mineral, se agrega las cantidades mínimas de MnO y NiO eventualmente presentes al valor de FeO encontrado. De la misma manera se suma el BaO y SrO al valor de CaO y Cr_2O_3 al valor de Fe_2O_3. Pero esto solamente es posible si se trata de pequeñas cantidades de estas bases; para mayores cantidades se hacen necesario el cálculo de moléculas minerales especiales;

3° Se empieza con la formación de las siguientes moléculas:

a) En presencia de mayores cantidades de Cr_2O_3 se combina este al FeO en la proporción $Cr_2O_3 : FeO :: I : I$ para satisfacer a la fórmula de cromita;

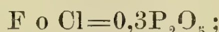
b) Á TiO_2 se suma suficientemente FeO para la formacion de la molécula de ilmenita $TiO_2 : FeO :: I : I$. En el caso de un exceso de TiO_2, se combina éste con la cantidad equivalente de CaO á Titanita o porofskita, de acuerdo con la cantidad disponible de SiO_2, cuyo valor se determina más tarde. Resultaría además, un exceso de TiO_2, se le calcula como rutilo.

c) La cantidad disponible P_2O_5 se combina a CaO en la proporción:



$$P_2O_5 : CaO :: I : 3{,}3$$

para satisfacer a la molécula de apatita, en la misma forma se suma F o Cl a CaO,



$$F \text{ o } Cl = 0{,}3 P_2O_5;$$

d) F que no ha sido gastado para la formación de la molécula de apatita se combina a CaO a fluorita:



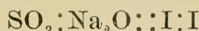
$$CaO : F :: I : 2;$$

e) De la misma manera cloro a Na_2O para la formación posterior de sodalita, es decir en la proporción



$$Cl_2 : Na_2O :: I : I;$$

f) SO_3 se combina a Na_2O en la proporción:



$$SO_3 : Na_2O :: I : I$$

para noselita;

g) S con la cantidad correspondiente de FeO para pirita, es decir:



$$S : FeO :: 2 : I;$$

h) A CO_2 en rocas no descompuestas se combina CaO en la proporción:



$$CaO : CO_2 :: I : I$$

para calcita.

Habiéndose calculado de esta manera una cierta parte de los componentes a moléculas fijas de minerales, queda generalmente un resto mayor que debe ser calculado sobre las diferentes moléculas minerales, que contienen sílice, participando dichos minerales principalmente de la composición mineral « tipo » de casi todas las rocas. El cálculo de estas moléculas minerales tienen lugar según los siguientes principios:

4° Al_2O_3 se combina con K_2O y Na_2O que todavía no ha sido gastado para la formación de las moléculas de los hexa, tetra ó bisilicatos (feldespatos).

Proporción:



$$Al_2O_3 : K_2O(Na_2O) :: I : I;$$

a) Debido a la mayor afinidad se combina primeramente K_2O a Al_2O_3 en la proporción



$$Al_2O_3 : K_2O :: I : I$$

para formar la molécula de ortoclasa o leucita;

b) El Al_2O_3 restante se combina a Na_2O en la misma proporción I : I para la albita ó nefelino.

5° *a)* En el caso en que después de la saturación de los alcalinos quede un exceso de Al_2O_3, se combina éste a CaO disponible en la proporción:



$$Al_2O_3:CaO::I:I$$

para satisfacer a la fórmula de anortita o en el caso de que haya más exceso de Al_2O_3 se pone éste;

b) Provisionalmente aparte como: corundo.

Calcular el exceso de Al_2O_3 sobre la mica no sería por el momento aconsejable, pues un tal cálculo tendría como consecuencia otro, y además un desarreglo de las moléculas de feldespatos; por otra parte, puede ocurrir que la mica efectivamente no exista en tales rocas. La presencia de un exceso de alúmina hace casi segura la existencia de minerales del grupo hierro aluminio-sílice, es decir de un grupo de minerales que por razones ya explicadas no toman parte en nuestra clasificación. La manera como estos minerales pueden después ser calculadas de la composición «tipo», se explicará más adelante (véase cálculo del granito tabla 13).

6° Si la cantidad de Al_2O_3 es inferior al valor encontrado de álcali total, es decir $Al_2O_3 < K_2O + Na_2O$, así se combina:

a) El Na_2O excedente a Fe_2O_3 en la proporción $Fe_2O_3:Na_2O::I:I$ para la formación de la molécula de acmita;

b) Si hay más exceso de Na_2O y déficit de Fe_2O_3, se combina el Na_2O á SiO_2 es la proporción $I:I$ y se le pone en cálculo como metasilicato de sodio;

c) En el caso de un exceso de K_2O se procede en la misma manera.

7° *a)* Fe_2O_3 restante se combina al exceso de Na_2O a acmita (véase 6° *a*;

b) El Fe_2O_3 restante se combina a FeO disponible en la proporción $I:I$ para magnetita;

c) Si hay más exceso de Fe_2O_3 se le calcula como hematita.

8° *a)* Si después de la formación de anortita hay exceso de CaO se le combina a FeO y MgO en la proporción:



$CaO:(Mg,Fe)O::I:I$ para diopsida.

Para la formación de las moléculas minerales que contienen MgO y FeO se gasta el MgO y FeO en tal cantidad, que resulta después de haber formado las moléculas $TiO_2.FeO$ ilmenita y $Fe_2O_3.FeO$ magnetita. Los minerales en cuestión son: diopsida, hiperstene y olivina.

b) En la suposición de que resulte además un exceso de CaO, se calcula éste provisionalmente como metasilicato de calcio, es decir wollastenita $CaSiO_3$ o si hay déficit de SiO_2 como akermanita $4CaO.3SiO_2$.

En ciertas rocas, que demuestran un tal exceso de CaO, éste frecuentemente entra en la molécula del grosular bajo disponibilización de $SiO_2 : 3CaO.Al_2O_3.3SiO_2$, compuesto que se supone formado de wellastonita y anortita con pérdida de SiO_2.

9° En el caso de que el CaO está presente en cantidad insuficiente, es decir si CaO MgO, FeO, así se combina el exceso de MgO, FeO á SiO_2 y según la cantidad disponible de SiO_2 se forma el meta-u ortosilicato, es decir el hiperstene ú olivino.

Distribución y combinación del SiO_2 *a las bases*

Para combinar el SiO_2 a las bases se empieza con la formación de estos silicatos, en que la base y el SiO_2 están presentes en una proporción simple por ejemplo:

10° ZrO_2 se combina a SiO_2 en la proporción I : I para zirconio.

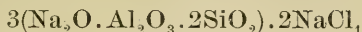
11° En la misma proporción se combina el SiO_2 á $CaO + Al_2O_3$ para anortita $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$.

12° Si después de la formación de la molécula de anortita resta CaO, e igualmente después de la formación de ilmenita y magnetita hay exceso de FeO, se combina el SiO_2 a los grupos moleculares $CaO.(MgFe)O.2SiO_2$=diopsida.

13° Si después de la formación de los polisicatos feldespatos hay un exceso de Na_2O y después de la formación de magnenita hay hierro disponible, se combina el SiO_2 al resto de Na_2O Fe_2O_3 en la proporción: $Na_2O\ Fe_2O_3 : SiO_2 :: I : 2$, de acuerdo con la fórmula para la acmita=$Na_2O.Fe_2O_3.4SiO_2$.

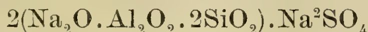
14° Si queda un resto de K_2O ó Na_2O después de la formación de los feldespatos, se combina este resto a SiO_2 en la proporción I : I para el cálculo provisional de metasilicato alcalino=$K_2O(Na_2O).SiO_2$.

15° Con Na_2O Al_2O3 se combina el SiO_2 en cantidad necesaria para formar con un contenido eventual de NaCl ó Na_2SO_4 la molécula de sodalita o noselita de acuerdo con las fórmulas:



$$3(Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2).2NaCl_1$$

para sodalita respectiva



$$2(Na_2O.Al_2O_2.2SiO_2).Na^2SO_4$$

para noselita.

La combinación de SiO_2 a las bases, que pueden formar varios sili-

catos como orto, meta y polisilicatos es controlada una vez por la cantidad disponible de SiO_2 y otra vez por la afinidad de las bases a SiO_2 por ejemplo :

a) El cuarzo jamás coexiste en rocas con leucita o nefelino, pués en presencia de suficiente SiO_2 se forman los polisilicatos, es decir ortoclasa o albita ;

b) De los orto o metasilicatos feldespatos, los últimos leucita y analcita son más escasos que los ortosilicatos nefelino o sodalita. El nefelino está más frecuentemente acompañado por ortoclasa, que la leucita por la albita ; esto quiere decir : si la cantidad disponible de SiO_2 es insuficiente para la formación de ambos hexasilicatos ortoclasa y albita, se calcula primeramente la ortoclasa, mientras el feldespato de sodio se pone en cuenta sea parcialmente o totalmente como ortosilicato nefelino. Solamente si falta más SiO_2 se sigue con la formación de leucita.

La avidez con que los óxidos se combinan con el SiO_2 es según las investigaciones de Lagorio la siguiente :



$$K_2O — Na_2O — CaO — MgO — FeO.$$

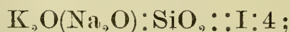
K_2O y Na_2O forman :

a) Los hexasilicatos ortoclasa y albita en la proporción :



$$K_2O(Na_2O) : SiO_2 :: I : 6 ;$$

b) Los metasilicatos leucita, analcita, y acmita según la proporción :



$$K_2O(Na_2O) : SiO_2 :: I : 4 ;$$

c) Los ortosilicatos nefelino y sodalita en la proporción :



$$Na_2O : SiO_2 :: I : 2.$$

Generalmente vale la regla, que en presencia de K_2O, Na_2O y de SiO_2 en cantidad insuficiente para la formación de ambos hexasilicatos, primeramente se satura el K_2O con el SiO_2 hasta el máximum, para formar ortoclasa ó leucita. Solo después se combina al Na_2O a SiO_2 para albita o nefelino o de una mezcla de ambos, que depende la cantidad disponible de SiO_2.

Para el cálculo de la composición « tipo » hay que considerar además lo siguiente :

16° Si después de la formación de la apatita, calcita, anortita y diopsida resta CaO, se combina el CaO a SiO_2 en la proporción :



$$CaO : SiO_2 :: I : I$$

y se calcula provisionalmente sobre wollastonita. $CaO . SiO_2$.

17° Un exceso de (MgFe)O se combina a SiO_2 para formar el conjunto molecular $2(MgFe)O . SiO_2$=olivino.

18° Al_2O_3, K_2O, Na_2O se combina con el SiO_2 para la formación de los hexasilicatos ortoclasa y albita=$K_2O(Na_2O)Al_2O_3 . 6SiO_2$.

a) Si después de la saturación de las bases resta un exceso de SiO_2, se combina el exceso de SiO_2 con el olivino para transformarle al metasilicato hipersten es decir en la proporción :



$$(MgFe)O : SiO_2 :: I : I.$$

En el caso, de que la cantidad de SiO_2 sea insuficiente para la transformación total del olivino en hiperstono, se distribuye las moléculas de olivino e hiperstone entre si según la ecuación :

$$x+y=\text{moléculas } (MgFe)O$$

$$x+y/2=SiO_2$$

disponible si

$$x=\text{hiperstone y } y/2=\text{moléculas de olivino ;}$$

b) Si hay más exceso de SiO_2 se le pone en cálculo como cuarzo.

19° En el caso de que la cantidad de SiO_2 sea insuficiente para formar con los alcalinos los hexasilicato-feldespatos-ortoclasa y albita totalmente, se combina :

a) $K_2O . Al_2O_3$ á SiO_2 en la proporción



$$K_2O : SiO_2 :: I : 6.$$

El resto de SiO_2 se distribuye entre albita y nefelino según las siguientes ecuaciones :

$$x+y=Na_2O$$

disponible :

$$6x+2y=SiO_2$$

disponible si

$$x=\text{albita}, \qquad y=\text{nefelino ;}$$

b) Si la cantidad de SiO_2 disponible es insuficiente para la forma-

ción total de nefelino, se gasta primeramente todo el SiO_2 disponible para la combinación con Na_2O y K_2O, a formar nefelino $Na_2O . Al_2O_3$, $2SiO_2$. El exceso restante de SiO_2 se distribuye entre ortoclasa y leucita $K_2O . Al_2O_3 . 4SiO_2$ según la ecuación:

$$x + y = K_2O$$

disponible:

$$6x + 4y = SiO_2$$

disponible si

$$x = \text{ortoclasa}$$

$$y = \text{leucita.}$$

20° Si hay más déficit de SiO_2 se recalcula de manera análoga la wollastonita en ackermanita y se distribuye el SiO_2 así disponible entre feldespatos, diopsida y ackermanita.

Efectuado el cálculo en tal sentido, resulta que en la composición mineral «tipo» no hay coexistencia de los siguientes minerales:

En presencia de cuarzo no existe nefelino, leucita u olivino.

En presencia de hiperstone no hay nefelino o leucita.

En presencia de corundo no hay diopsida o acmita.

En presencia de anortita no hay acmita.

En presencia de wollastonita no hay hiperstene u olivino.

En presencia de leucita no hay albita.

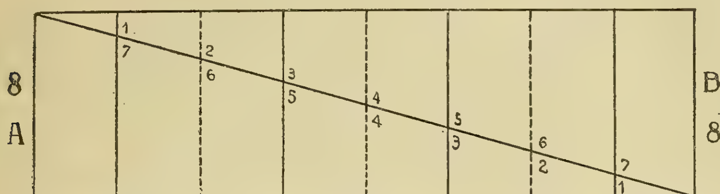
Cálculo sobre por cientos

Ahora bien: Una vez determinada la cifra molecular relativa de cada componente mineral, se encuentra su masa expresada en por ciento multiplicando la cifra molecular por el peso molecular correspondiente a cada mineral. Los pesos moleculares de diopsida, hiperstene y olivino, en cuyas moléculas MgO y FeO están presentes en cantidades variables, han sido calculados de la suma de las moléculas simples $CaSiO_3$, $MgSiO_3$, $FeSiO_3$ respectivamente Mg_2SiO_4 y $FeSiO_4$.

La construcción del sistema de clasificación y la nomenclatura

1. Clase: La proposición de ordenar las rocas eruptivas en un sistema, en el cual quede expresada la composición química y mineralógica cuantitativa de la roca, es gráficamente explicado como sigue:

Un sistema de líneas paralelas está cortado transversalmente por una recta, de tal modo, que los diferentes segmentos de las paralelas están en la proporción como 8:0, 7:1, 5:3, 3:5, 1:7, 0:8. Uniendo



los puntos finales de las líneas entre sí, se obtiene un paralelepípedo dividido en cinco partes.

Significando con A y B los componentes principales de la roca empleada para la clasificación, la subdivisión se puede expresar matemáticamente por la relación:

$$A:B > 7:1 \qquad (1)$$

$$A:B < 7:1 > 5:3 \qquad (2)$$

$$A:B < 5:3 > 3:5 \qquad (3)$$

$$A:B < 3:5 > 1:7 \qquad (4)$$

$$A:B < 1:7 \qquad (5)$$

o expresado esto en palabras:

Parte 1 : contiene el componente A solo en su mayor exceso.

Parte 2 : contiene A en una relación predominante a B.

Parte 3 : contiene A y B en cantidades iguales o aproximadamente iguales.

Parte 4 : contiene B en relación predominante a A.

Parte 5 : contiene B solo o en su mayor exceso.

Los componentes A y B, que forman la base para la clasificación corresponden a las cantidades relativas de los minerales del grupo sílico-alúmina=A y del grupo ferro-magnesia (cal)=B. Para la denominación de las rocas existentes en las partes 1 y 2 respectivamente 4 y 5, es decir, en las cuales hay un máximum de A o B o una predominancia de A a B o de B a A se antepone a los nombres los prefijos «per» y «do» respectivamente. A las rocas de la parte 1 las deno-

minamos así : « persalanes » de la parte 2 : « dosalanes » de la parte 3 : « salfemanes » (A y B en cantidades aproximadamente iguales) de la parte 4 : « dofemanes » y de la parte 5 : « Perfemanes ». (Sal=sílico alúmina. Fem.=ferro-magnesia (cal)).

Ahora bien : para ordenar las diferentes rocas en este sistema a base de la composición mineral « tipo » calculado, es solamente necesario multiplicar los valores determinados de estos componentes por las fracciones 1/7, 3/5, 5/3 y 7/1 para determinar si la relación entre « Sal y Fem. » es correspondiente a la parte 1, 2, 3, 4 y 5 (véase tablas). Las rocas eruptivas de la región del ventisquero río Plomo y Tupungato pertenecen exclusivamente a la clase de « persanales » y « dosalanes ».

2. *División :* Una vez clasificada la roca en la forma indicada, se determina además a que división u orden pertenece. La subdivisión de las clases en órdenes ó divisiones está basada en la proporción relativa de los minerales « tipo » entre sí. En la clase 1 y 2, que nos interesan aquí, los minerales predominantes son los « sálicos », es decir, los que contienen sílico y alúmina. La subdivisión por eso tiene lugar de esta manera, que se investiga la proporción relativa entre cuarzo, hexa, orto o metasilicato-feldespatos (leucita, nafelino, sodalita). Aplicando el sistema del paralelepípedo ya indicado se obtiene una subdivisión de 9 partes a bases :

1ª $C/F > 7/1$ donde cuarzo está presente en el extremo exceso = « percuarcico » ;

2ª $C/F < 7/1 > 5/3$ donde cuarzo predomina = « docuarcico » ;

3ª $C/F < 5/3 > 3/5$ donde cuarzo y fedelspatos están presentes en la misma cantidad aproximadamente = « cuarzofelico » ;

4ª $C/F < 3/5 > 1/7$ donde el feldespato predomina = « cuardofelico » ;

5ª $L/F < 1/7$ donde feldespato está presente en su extremo exceso = « perfelico » ;

6ª $L/F < 3/5 > 1/7$ donde los hexasilicato-feldespatos exceden sobre los orto y metasilicatofeldespatos (leucita, etc.), = « lendofelico » ;

7ª $L/F < 5/3 > 3/5$ donde F y L son aproximadamente iguales = « lenfelico » ;

8ª $L/F < 7/1 > 5/3$ donde L predomina = dolenico » ;

9ª $L/F > 7/1$ donde L está presente en su extremo exceso = « perlenico ».

L de leucita es la expresión para todo el conjunto de los feldespatos, que no son hexasilicatos. Las rocas analizadas pertenecen exclu-

sivamente a la 4ª y 5ª división, es decir, a la división « cuardofelico » y « perfelico » de la clase de los persalanes y dosalanes.

3. Sección : La mayor subdivisión del sistema en secciones se hace en la clase 1 a 2, comparando la proporción del contenido de álcali y cal en los hexa o también orto y metasilicato-feldespatos. La subdivisión tiene cinco partes y en nuestro caso tenemos :

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} > 7/1 = \text{« peralcalines »} ; \quad (1)$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} < 7/1 > 5/3 = \text{« domalcalines »} ; \quad (2)$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} < 5/3 > 3/5 = \text{« alcalicálcicos »} ; \quad (3)$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} < 3/5 > 1/7 = \text{« docalcicos »} ; \quad (4)$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} < 1/7 = \text{« percalcicos »}. \quad (5)$$

Casi todas las rocas eruptivas de nuestra región se encuentran en la sección 2 & 3 con excepción de la liparita de la cresta oriental del Tupungato (análisis 24) que pertenece a la sección 1, a la sección peralcalina.

4. Subsección : Como último subgrupo del sistema figura la subsección, se la forma otra vez en base de la diferencia química de los feldespatos y en este caso desempeña el papel clasificador la proporción que existe entre K_2O y Na_2O.

Tenemos :

$$\frac{K_2O}{Na_2O} > 7/1 = \text{« perpotásico »} ; \quad (1)$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} < 7/1 > 5/3 = \text{« dopotásicos »} ; \quad (2)$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} < 5/3 > 3/5 = \text{« alcalicálcicos »} ; \quad (3)$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} < 3/5 > 1/7 = \text{« docálcicos »} ; \quad (4)$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} < 3/5 > 1/7 = \text{« percálcicos »}. \quad (5)$$

Después de haber clasificado las rocas según el principio desarrollado resulta, que todas las rocas de las misma composición química se encuentran dentro del mismo campo gráfico y pueden ser comparadas entre sí (véase tablas).

Las rocas de la región del vestiquero río Plomo ocupan doce campos de los per y desalanes. Es significativo, que las rocas del campo 10 hayan sido denominadas « Andosas » por los petrógrafos de la *Geological Survey* porque han encontrado, que las andesitas de las cordilleras de los Andes ocupan este lugar. Tambien la andesita típica trece del vestiquero río Plomo pertece a esta categoría. Otras siete rocas se encuentran en el campo 8 denominado « arkesas ». Las « arkosas » se distinguen de las anodosas por la proporción diferente álcali y cal. Las más ricas en alcalinos son las andosas. Las demás rocas están más o menos diseminadas y su posición es bien visible en las tablas gráficas.

El cálculo de los minerales, que son silicatos de hierro-alúmina y la verdadera composición mineral de la roca

Como hemos visto el sistema de clasificación aquí adoptado está basado en la proporción variable de las cantidades de minerales « sálicos » y « fémicos ». Si hay en la roca también silicatos de hierro-alúmina, la composición « tipo » jamás es la verdadera. La razón por la cual se ha excluído estos minerales del cálculo, es sencilla, pues en este caso no se trata de compuestos químicos definidos, que permiten un cálculo químico, sino que se trata de mezclas isomorfas ó de soluciones sólidas, que dependen de todas las condiciones químicas y físicas complicadas de un sistema polifásico. Salvo los casos más complicados, que no pueden ser tomados en consideración, se trata principalmente de tres especies de minerales, que hacen necesarios un cálculo, a saber : las hornblendas, piroxenes y micas.

La cuestión se plantea pues, así : ¿ cómo se puede introducir estos minerales en el cálculo de la composición mineral « tipo » de una roca ? y ¿ cuál son los cambios, que forzosamente la composición « tipo » debe experimentar ? Un tal cálculo no solamente es deseable, porque promete perfeccionar más una clasificación químico-mineralógica natural, sino que es sumamente instructivo porque, a su vez, da a conocer las diferentes variaciones de minerales y la forma en que pueden desarrollarse en un magna de la misma composición química.

La solución del problema incluye lo siguiente:

1º La transferencia de Al_2O_3 de los feldespatos a las moléculas ferro-magnesical del grupo « fémico »;

2º La introducción necesaria de Al_2O_3 en una proporción, que corresponde a la composición conocida de estos minerales en cada caso particular;

3º La compensación consecuente de las moléculas « fémicas » entre sí y un desarreglo y una compensación entre las moléculas de los alumino-silicatos o de la alúmina del grupo « sálico ».

El proceso aparentemente complicado puede ser resuelto sencillamente por medio del álgebra y aplicado sobre ciertos casos concretos, la operación no es muy engorrosa. Solamente la condición principal es siempre que la composición química del mineral hierro-aluminófero sea conocida. Pero el cálculo algebraico solamente es factible si uno de los componentes límites de la roca ha sido gastado por completo para la formación de otro mineral, pero es muy frecuente el caso en que este componente no entre totalmente en la nueva molécula mineral, sino que participa en las moléculas de varios minerales que pueden existir en cantidades variables, es decir que, por ejemplo, la augita se encuentra junto con hiperstene u olivino, feldespato de sodio y magnetita. En tal caso, el ejemplo no tiene solución y queda solamente como recurso el análisis parcial a la « cifra estimada óptica », si se quiere calcular la composición verdadera de la roca. En esta forma ha sido determinado el contenido de hornblenda del granito número 13 por decantación en soluciones pesadas, hornblenda así aislada fué analizada y por un cálculo de compensación de la composición « tipo » fué establecido en las tablas 13 *b* y *c* la verdadera composición mineral del granito.

La ley de mezcla de Bunsen y su aplicabilidad sobre las rocas eruptivas de la región del ventisquero río Plomo y Tupungato

En su tratado *Sobre los procesos de formación de rocas eruptivas* (1), Bunsen comunica los resultados de sus investigaciones analíticas de las rocas eruptivas de Islandia y dirige la atención de químicos y geólogos sobre una serie de simples relaciones, las que, como él opinaba, se puede constatar sin duda a través de todo el sistema de los

(1) POGGENDORFS, *Annalen der Physik und Chemie*, Bd. 83, página 197.

antiguos períodos de erupción, resultados aquellos, que según él, tal vez pueden suministrar datos muy útiles para investigaciones futuras sobre este asunto.

Bunsen encontró, pues, que en Islandia se puede distinguir claramente dos clases principales de rocas, una más rica en SiO_2, que llamaba la masa normaltraquítica y una más pobre en SiO_2, la masa normalpiroxénica. La composición química para la masa normaltraquítica y piroxénica era :

	Masa traquítica por ciento		Masa piroxénica por ciento
SiO_2	76.67	SiO_2	48.47
Al_2O_3 y Fe_2O ...	14.23	Al_2O_3 y FeO ...	30.16
CaO	1.44	CaO	11.87
MgO	0.23	MgO	6.80
K_2O	3.20	K_2O	0.65
Na_2O	4.18	Na_2O	1.96
	100.00		100.00

De estas cifras resulta, que la proporción media del oxígeno del SiO_2 al oxígeno de las bases, es para la masa de las rocas traquíticas como 3 : 0,596 y para la piroxénica como 3 : 1,998. Todas las otras rocas no alteradas de Islandia, que no pertenezcan inmediatamente a ambos grupos, demuestran una composición tal que el contenido de oxígeno en las bases oscila para 3 oxígeno en el ácido siempre entre 0,579 y 1,948.

Se encuentra aquí exclusivamente una relación, correspondiente a productos de fusión que se han formados de aquellos miembros extremos. Por esta razón salta a la vista inmediatamente la pregunta, si efectivamente las rocas no metamorfoseadas de Islandia se han formado por una tal fusión o en otras palabras, si existieron nada más que dos focos grandes, que allí suministraron continuamente los magmas de composición extrema.

Esta cuestión puede resolverse de una manera matemática directa.

Si se significa con S los por ciento de SiO_2 en una roca mezclada con *s*, el porcentaje de SiO_2 en la masa normaltraquítica y con *sp* el mismo porcentaje en la masa normalpiroxénica, resulta :

$$(s - S/S - sp) = A,$$

si A significa la masa del magma normalpiroxénico que debe ser mez-

clado con una parte de peso de la masa normaltraquítica para dar la composición de la roca mezclada en cuestión. Ahora bien : A se deje calcular de cada uno de los componentes de rocas, pero se elige ventajosamente el SiO_2, porque esto puede ser determinado muy exactamente y forma la parte más variable en las rocas. Por el valor así encontrado para A se ha fijado también todos los otros componentes restantes de la roca mezclada. Pues si se significa el peso de los diferentes componentes en una parte de peso de la roca normalpiroxénica por p_0, p_1, $p_2 ... p_n$, y en la masa normaltraquítica por t_0, t_1, $t_2 ... t_n$, resulta así el valor de todos los demás componentes de la roca mezclada según la ecuación :

$$1 = \frac{(Ap_0 + t_0)}{(A+1)} + \frac{(Ap_1 + t_1)}{(A+1)} + \frac{(Ap_2 + t_2)}{(A+1)} \cdots \frac{(Ap_n + t_n)}{(A+1)}$$

Por eso si en Islandia existen efectivamente solo dos grandes centros que ha producido la acción volcánica desde su origen hasta hoy, y si el contenido de estos dos centros posee la composición representada por estos miembros extremos, la composición de todas las rocas no metamorfoseadas de Islandia es determinada por uno de sus componentes, mejor aun por su por ciento en SiO_2.

Se puede pues determinar teóricamente la composición de todas las clases de rocas, que posiblemente existen dentro de la zona de los dos focos. Estas relaciones características para Islandia no se limitan a esta región solamente, sino parece que esta ley de Bunsen también es aplicable en muchas otras regiones, pues el cálculo de algunas rocas eruptivas del Cáucaso central y de la altiplanicie de Armenia así parece afirmarlo.

Por esta razón nos parecía interesante hacer el estudio de las rocas de la región del Tupungato y la del ventisquero Plomo desde el punto de vista de la aplicación de la citada ley de Bunsen y al mismo tiempo constatar, si para las rocas aquí estudiadas ella se cumple o no.

Entre las rocas de nuestra región encontramos dos clases (véase tabla) cuya composición química corresponde aproximadamente a la normaltraquítica y piroxénica de Bunsen a saber : 1° la roca ácida de la cresta oriental del Tupungato (análisis 24), y 2° el pórfiro básico del Nevado Juncal (análisis 23).

La composición química de estos miembros extremos es :

	1. Roca del Tupungato por ciento	2. Pórfiro del Juncal por ciento
SiO_2	74.02	47.00
Al_2O_3	11.50	22.50
Fe_2O_3	0.00	7.99
FeO	4.04	4.35
MgO	vestigios	0.72
CaO	0.15	8.68
Na_2O	5.03	2.92
K_2O	4.64	1.08

¿ Consistía pues la cuestión en constatar, si los miembros intermedios, cuyo contenido de SiO_2 oscilaba entre ambos extremos, pueden sea consideradas como mezclas de fusión en el sentido de Bunsen? Los cálculos hechos se refieren :

1° Sobre los pórfiros del ventisquero Plomo, cuya composición química es : términos medio de los análisis 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 21 (véase diagrama.)

$SiO_2=54\ ^0/_0$, $Al_2O_3=16{,}80\ ^0/_0$, $Fe_2O_3=5{,}00\ ^0/_0$, $FeO=4{,}3\ ^0/_0$,
$MgO=1{,}2\ ^0/_0$, $CaO=6{,}1\ ^0/_0$, $Na_2O=5{,}4\ ^0/_0$, $K_2O=2,2\ ^0/_0$.

2° Sobre el pórfiro del Tupungato (análisis 27).

a) Cálculo de los pórfiros del ventisquero Plomo.

$$A=74{,}04-54{,}00 \qquad 54{,}00-47{,}00=2{,}85.$$

	Por ciento	
	Encontrado	Calculado
SiO_2	= 54.00	54.00
Al_2O_3	= 16.67	16.60
Fe_2O_3	= 5.0	5.9
FeO	= 4.3	4.2
MgO	= 1.2	0.5
CaO	= 6.1	6.4
Na_2O	= 5.4	3.5
K_2O	= 2.2	2.0

b) Cálculo del pórfiro del Tupungato número 27.

$$A=74{,}02-62{,}09 \qquad 62{,}09-47{,}00=0{,}78.$$

	Por ciento Encontrado	Por ciento Calculado
SiO_2..........	= 62.09	62.09
Al_2O_3..........	= 16.67	16.35
Fe_2O_3..........	= 1.12	3.50
FeO..........	= 2.98	4.18
MgO..........	= 2.19	4.64
CaO..........	= 4.64	3.91
Na_2O..........	= 6.09	4.10
K_2O..........	= 2.30	3.07

Estos dos resultados demuestran que en el primer caso los valores calculados corresponden bastante bien a los valores encontrados, mientras en el caso segundo hay diferencia entre los valores calculados y encontrados. Parece por eso que también en la región del ventisquero Plomo las rocas eruptivas no alteradas por metamórfosis pueden ser consideradas como productos de fusión, formados de aquellos miembros extremos ácidos y básicos.

TABLA 1. ROCA NÚMERO 1

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Nefelina	Anortita	Magnetita	Diopsida	Wollastonita
SiO_2....	52.56	0.877				198	52.5 25 / 550		44		20	65
Al_2O_3...	15.80	0.155				33	87.5 12.5 / 100		22			
Fe_2O_3...	6.35	0.040								40		
FeO	4.59	(+Mn) 0.069	19							40	10	
MgO....	vest.	0.000										
CaO	6.51	0.116		15	4				22		10	65
Na_2O....	6.22	0.100					87.5 12.5 / 100					
K_2O	3.10	0.033				33						
H_2O	1.80	0.100										
TiO_2....	1.50	0.019	19									
P_2O_5....	0.71	0.005		5								
MnO....	0.35	0.005										
CO_2....	0.18	0.004			4							
	99.76											

Fórmula

			Por ciento	
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		33.556	= 18.35	L } Sal : 78.86
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO$		875.524	= 45.84	
Nefelina $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$		125.284	= 3.55	
Anortita $CaO , Al_2O_3 . 2SiO_2$		22.278	= 6.12	
Diopsida { $CaO . SiO_2$	10.116		= 1.16	P } Fem : 24.14
Diopsida { $MgO . SiO$				
Diopsida { $FeO . SiO_2$	10.132		= 1.32	
Calcita $CaCO_3$		4.100	= 0.40	
Apatita $3CaO . P_2O_5$.............		5.313	= 1.55	
Ilmenita $FeO . TiO_2$.............		19.152	= 2.89	
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$		40.232	= 9.28	
Wollastonita $CaO . SiO_2$.........		65.116	= 7.54	
Agua			= 1.80	
			99.80	

Cálculo de albita y nefelina

$$0.877 - (0.198 + 0.044 + 0.020 + 0.065) = 550$$
$$6x + 2y = 550 \ SiO_2$$
$$x + y = 100 \ Na_2O$$
$$x = 87.5$$
$$y = 12.5$$

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Tem}} = \frac{73,88}{24,14} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \quad \frac{F}{L} \frac{70,31}{3,55} = < \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + NaO_2}{CaO} = \frac{133}{22} = < \frac{5}{3} \quad K_2O : Na_2O = \frac{33}{100} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 2. ANÁLISIS 2

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Nefelina	Anortita	Magnetita	Hematita	Diopsida	Mg_2SiO_4	Control
SiO_2 .	50.25	0.842				84	581.34	36.22	56			24	60.5	842
Al_2O_3	16.01	0.157				14	115 96.89	18.11	28					157
Fe_2O_3	8.59	0.054								42	12			54
FeO .	4.00	(+Mn) 0.065	23							42		0		65
MgO .	5.30	0.138										12	121	133
CaO .	3.10	0.055		13	2				28			12		55
Na_2O .	7.08	0.115					115 96.89	18.11						115
K_2O .	1.32	0.014				14								14
H_2O .	1.45	0.080												80
TiO_2 .	1.80	0.023	23											23
P_2O_5 .	0.60	0.004		4										4
MnO .	0.69	0.009												9
CO_2 .	0.08	0.002			2									2
	100.27													

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		14.556	7.78	L	Sal : 71.87
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		9689.524	50.77		
Nefelina $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$		1811.284	5.14		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		28.278	7.78		
Diopsida { $MgO . SiO_2$	12.100	1.20			
Diopsida { $FeO . SiO_2$	0.132	0.00			
Diopsida { $CaO . SiO_2$	12.116	1.39	2.59		Fem : 27.63
Ortosilicato de magnesia $2MgO . SiO_2$.		121.70	8.47		
Amenita $SiO_2 . FeO$		23.152	3.49		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		4.310	1.24		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		42.232	9.74		
Hematita Fe_2O_3		12.160	1.90		
Calcita $CaO . CO_2$		2.100	0.20		
			99.10		
Agua H_2O			1.45		
			100.55		

Cálculo de albita y nefelina

$$0.842-(0.084+0.056+0.024+0.060)=617.5$$
$$6x+2y=617.5=SiO_2 \text{ disponible}$$
$$x+y=115=Na_2O$$
$$x=96.89=Na_2O \text{ Albita}$$
$$y=18.11=SiO_2 \text{ Nefelina}$$

Relación

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{74.47}{27.63}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}\quad \frac{F}{L}=\frac{66.33}{5.14}\quad \frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{129}{28}=<\frac{5}{3}>\frac{3}{5}\quad \frac{KiO}{Na_2O}=\frac{14}{115}=<\frac{3}{5}>\frac{1}{7}$$

TABLA 3. ROCA NÚMERO 3

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Hematita	Calcita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Nefelina	Anortita	Diopsida	Wollastonita	Control
SiO_2..	48.95	0.815						132	464		136	48	35	815
Al_2O_3.	17.92	0.175						22	73.5 (85)	11.5	68			175
Fe_2O_3.	7.75	0.048		36	12									48
FeO ..	3.69	(+Mn) 0.057	21	36										57
MgO..	0.95	0.024										24		24
CaO..	7.99	0.142				2	13				68	24	35	142
Na O .	5.29	0.085							73.5 (85)	11.5				85
K_2O..	2.08	0.022						22						22
H_2O..	1.92	0.111												
TiO_2..	1.69	0.021	21											21
P_2O_5..	0.58	0.004					4							4
MnO .	0.40	0.006												6
CO_2..	0.10	0.002				2								2
Cl....	0.42	0.011												11
	99.79													

Fórmula

		Por ciento		
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO$......	22.556	=12.23	L	Sal : 72.78
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$.......	735.524	=38.40		
Nefelina $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$.....	115.284	= 3.24		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$......	68.278	=18.90		
Diopsida: $CaO . SiO_2$...........	24.116	= 2.78	P	Fem : 24.14
Diopsida: $MgO . SiO_2$...........	24.100	= 2.40		
Diopsida: $FeO . SiO_2$...........				
Calcita $CaO . CO_3$...............	2.100	= 0.20		
Apatita $3CaO . P_2O_5$............	4.310	= 1.24		
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$..........	36.232	= 8.35		
Hematita Fe_2O_3................	12.160	= 1.92		
Ilmenita $Feo . Ti_2O_3$............	21.152	= 3.19		
Wollastonita $CaO . FiO_2$.........	35.116	= 4.06		
		96.91		
Cloro........................		0.42		
Agua.........................		1.93		
		99.31		

Cálculo de albita y nefelina

$$0.815 - (0.132 + 0.136 + 0.048 + 0.035) = 464$$

$6x + 2y = SiO_2 . 464$ dispon. $\quad x + y = 85 = Na_2O$

$x = 73.5 = Na_2O . Al_2O_3$ en albita $\quad y = 11.5 = Na_2O . Al_2O_3$ en nefelina

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{72.78}{24.14} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \quad \frac{F}{L} = \frac{69.53}{3.24} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{107}{68} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5} \quad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{22}{85} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 4. ROCA NÚMERO 4

	Por ciento	P. M.	+MnO	Ilmenita	Apatita	Magnetita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo
SiO_2 . . .	54.56	0.908						120	552	90	14	58	74
Al_2O_3 . .	15.99	0.157						20	92	45			
Fe_2O_3 . .	3.18	0.020				20							
FeO . . .	5.46	0.076	81	20		20					4	37	
MgO . . .	0.98	0.024									3	21	
CaO . . .	5.97	0.106			13		41			45	7		
Na_2O . .	5.71	0.092							92				
K_2O . . .	1.91	0.020						20					
H_2O . . .	1.53	0.083											
TiO_2 . . .	1.59	0.020		20									
P_2O_5 . . .	0.47	0.004			4								
MnO . . .	0.37	0.005											
CO_2	1.80	0.041					41						
	99.52												

Fórmula

			Por ciento	
Cuarzo SiO_2	74.60	4.44	= 4.44	Sal : 76.28
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		20.556	=11.02	F : 71.48
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		92.524	=48.21	
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		45.278	=12.51	
Diopsida $CaO . SiO_2$	7.116		= 0.81	Fem : 21.64
Diopsida $MgO . SiO_2$	3.100		= 0.30	
Diopsida $FeO . SiO_2$	4.132		= 0.52	
Hypersten $FeO . SiO_2$	37.132		= 4.88	
Hypersten $MgO . SiO_2$	21.100		= 2.10	
Ilmenita $FeO . TiO_2$		20.152	= 3.04	
Magnetita $FeO . Te_2O_3$		20.232	= 4.64	
Apatita $3CaO . P_2O_5$		4.310	1.24	
Calcita $CaO . CO_2$		41.100	4.10	
Agua K_2O			1.53	
			99.45	

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{76.3}{21.6} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{71.48}{4.44} \qquad \frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{11.2}{45} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{20}{92}$$

TABLA 5. ROCA NÚMERO 5

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Al_2O_3	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2..	55.89	0.931					144	540	88		38	121	931
Al_2O_3 .	17.19	0.169					24	90	44	11			169
Fe_2O_5 .	4.34	0.027		27									27
FeO ..	3.74	+Mn 0.058	16	27							15		58
MgO ..	0.92	0.023									23		23
CaO ..	4.90	0.088			3	41			44				88
Na_2O..	5.60	0.090						90					90
K_2O ..	2.32	0.024					24						24
H_2O ..	1.50	0.083											83
TiO_2..	1.28	0.016	16										16
$P O_5$..	0.23	0.001			1								1
MnO ..	0.46	0.007											7
CO_2...	1.80	0.041				41							41
	100.17												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		121.60	= 7.26		Sal : 81.11
Exceso de alúmina Al_2O_3		11.102	= 1.12		
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		24.556	=13.34	F	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		90.524	=47.17		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		44.278	=12.23		
Hypersten { $FeO . SiO_2$	15.132	1.98	= 4.28		Fem : 17.28
Hypersten { $MgO . SiO_2$	23.100	2.30			
Ilmenita $FeO . TiO_2$		16.152	= 2.43		
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$		27.232	= 6.26		
Apatita $3CaO . P_2O_5$			0.31		
Calcita $CaO . CO_2$		41.100	4.10		
			98.39		
Agua H_2O			1.50		
			99.89		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{81.11}{17.78} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{72.73}{7.26} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{114}{44} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{24}{29} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 6. ROCA NÚMERO 6. ANÁLISIS 6

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Hematita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Wollastonita	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	55.89	0.931						192	588	52	35	64	931
Al_2O_3 .	15.94	0.156						32	98	26			156
Fe_2O_3 .	4.89	0.031		13		18							31
FeO ..	2.01	0.028	15	13									28
CaO ..	6.98	0.124			13		51			26	35		124
Na_2O .	6.14	0.098							98				98
K_2O ..	2.99	0.032						32					32
H_2O ..	1.05	0.061											61
TiO_2 ..	1.24	0.015	15										15
P_2O_5 ..	0.45	0.004			4								4
MnO ..	vest.	0.000											0
CO_2 ..	2.28	0.051					51						51
	99.56												

Fórmula. Cálculo

		Por ciento		
Cuarzo SiO_2	64.60	= 3.84	Q	Sal : 80.21
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ...	32.556	=17.79	F	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	98.524	=51.35		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$	26.278	= 7.23		
Wollastonita................	35.116	= 4.06	Fem : 18.58	
Calcita $CaO . CO_2$	51.100	= 5.10		
Apatita $3CaO . P_2O_5$...........	4.310	= 1.24		
Ilmenita $FeO . TiO_2$...........	15.152	= 2.28		
Hematita Fe_2O_3..............	18.160	= 2.88		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$	13.232	= 3.02		
		98.79		
Agua H_2O....................		1.05		
		99.84		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{80.21}{18.58} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{76.37}{3.84} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{130}{26} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{32}{98} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{1}$$

Sal = Sílico-alúmina. Fem = Ferro-magnesia-sílico Q = Cuarzo

TABLA 7. ROCA NÚMERO 7

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Calcita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Control
SiO_2....	40.85	0.830					66	438	164	84	78	830
Al_2O_3...	16.87	0.166					11	73	82			166
Fe_2O_3...	6.78	0.043		43								43
FeO	4.52	+Mn 0.066	17	43						2	4	66
MgO	4.59	0.114								40	74	114
CaO	7.77	0.139			2	13			82	42		139
Na_2O ...	4.48	0.073						73				73
K_2O	0.96	0.011					11					11
H_2O	1.88	0.106										106
TiO_2....	1.37	0.017	17									17
P_2O_5....	0.48	0.004				4						4
MnO....	0.22	0.003										3
CaO	0.07	0.002			2							2
	99.84											

Fórmula. Cálculo

				Por ciento		
Ortoclasa $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ ...			11.556 =	6.12	F = Sal : 67.17	
Albita $Na_2O.Al_2O_3.6SiO$			73.524	38.25		
Anortita $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$			82.278	22.80		
Diopsida	$CaO.SiO_2$	42.116	4.87	9.13	P 17.06	Fem : 31.06
	$MgO.SiO_2$	40.100	4.00			
	$FeO.SiO_2$	2.132	0.26			
Hypersten	$FeO.SiO_2$	4.132	0.53	7.93		
	$MgO.SiO_2$	74.100	7.40			
Magnetita $Fe_2O_3.FeO$			43.232	9.98		
Ilmenita $TiO_2.FeO$			17.152	2.58		
Calcita $CaO.CO_2$			2.100	0.20		
Apatita $3CaO.P_2O_5$			4.310	1.24		
				90.23		
Agua H_2O				1.88		
				100.11		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{67.17}{31.06}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q}=\frac{67.17}{0}>\frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{84}{82}=<\frac{5}{3}>\frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O}=\frac{11}{73}=<\frac{3}{5}>\frac{1}{7}$$

TABLA 8. ANÁLISIS 8

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Hematita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Nefelina	Anortita	Mg_2SiO_4	Control
SiO_2	50.11	0.835						84	579	29	78	65	
Al_2O_3	16.70	0.164						14	111: 96.50	14.50	39		
Fe_2O_3	8.30	0.052		43	9								
FeO	3.92	(+Mn) 0.063	20	43									
MgO	5.20	0.130										130	
CaO	2.98	0.054				13	2				39		
Na_2O	6.89	0.111							111: 96.50	14.50			
K_2O	1.25	0.014						14					
H_2O	1.85	0.103											
TiO_2	1.60	0.020	20										
P_2O_5	0.65	0.004				4							
MnO	0.65	0.009											
CO_2	0.10	0.002					2						
	100.20												

Fórmula. Cálculo

		Por ciento		
Ortoclasa $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	14.556	= 7.78	L	Sal : 73.32
Albita $Na_2O.Al_3O_3.6SiO_2$	965.524	50.60	L	Sal : 73.32
Nefelina $Na_2O.Al_2O_3.2SiO_2$	145.284	4.10	L	Sal : 73.32
Anortita $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$	39.278	10.84	L	Sal : 73.32
Ortosilicato de magnesia	130.70	9.10		Fem : 24.96
Ilmenita $TiO_2.FeO$	20.152	3.04		Fem : 24.96
Magnetita $Fe_2O_3.FeO$	43.232	9.98		Fem : 24.96
Hematita Fe_2O_3	9.160	1.40		Fem : 24.96
Apatita $3CaO.P_2O_5$	4.310	1.24		Fem : 24.96
Calcita $CaO.CO_2$	2.100	0.20		Fem : 24.96
		98.28		
Agua H_2O		1.85		
		100.13		

Cálculo del albito y del nefelino

$$0.835-(0.084+0.078+0.065)=608$$

$6x+2y=608=SiO_2$ disponible $x+y=111=Na_2O\ (Al_2O_3)$ disponible

$x=96.50=Na_2O\ (Al_2O_3)$ en albita $y=14.50=Na_2O\ (Al_2O_3)$ en nefelina

Relación

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{73.32}{24.96}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}\quad \frac{F}{L}=\frac{69.22}{4.10}=>\frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{125}{39}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}\quad \frac{K_2O}{Na_2O}=\frac{14}{111}=<\frac{1}{7}$$

TABLA 9. ROCA NÚMERO 9

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2...	56.88	0.948					168	522	06	24	31	107	948
Al_2O_3..	16.67	0.163					28	87	48				163
Fe_2O_3 .	5.15	0.033		33									33
FeO ..	5.76	(+Mn 84) 0.080	10	33						11	30		84
MgO ..	0.10	0.002								1	1		2
CaO ..	4.55	0.081			3	18			48	12			81
Na_2O..	5.38	0.087						87					87
K_2O...	2.55	0.028					28						28
H_2O ..	0.84	0.044											44
TiO_2 ..	0.81	0.010	10										10
P_2O_5 ..	0.10	0.001			1								1
MnO ..	0.32	0.004											4
CO_2 ...	0.80	0.018				18							18
FeS_2 ..	0.10	0.001											1
	100.01												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		107.60	= 6.42 Q		Sal : 80.92
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		28.556	15.57	F 74.5	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		87.524	45.59		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		48.278	13.34		
Diopsida $CaO . SiO_2$	12.116	1.39	2.94	P 7.00	Fem : 18.29
Diopsida $MgO . SiO_2$	1.100	0.10			
Diopsida $FeO . SiO_2$	11.132	1.45			
Hypersten $MgO . SiO_2$	1.100	0.10	4.06		
Hypersten $FeO . SiO_2$	30.132	3.96			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		10.152	1.52		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		33.232	7.66		
Calcita $CaO . CO_2$		18.100	1.80		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		1.310	0.31		
			99.21		
Agua H_2O			0.84		
Pyrita FeS_2			0.18		
			100.15		

Relaciones

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{80.92}{18.29} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \quad \frac{F}{Q} = \frac{74.5}{6.42} = > \frac{7}{1} \quad \frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{115}{48} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \quad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{28}{87} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 10. ROCA NÚMERO 10

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Hematita	Calcita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	MgO SiO_2	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	59.50	0.991						138	570	62	6	11	204	991
Al_2O_3 .	15.22	0.149						23	95	31				149
Fe_2O_3 .	8.71	0.054		24	30									54
FeO ..	1.73	(+Mn) 0.030	6	24										30
MgO ..	0.67	0.014									3	11		14
CaO ..	3.60	0.064				27	3			31	3			64
Na_2O .	5.88	0.095							95					95
K_2O ..	2.20	0.023						23						23
H_2O ..	0.50	0.028												28
TiO_2 ..	0.49	0.006	6											6
P_2O_5 ..	0.20	0.001					1							1
MnO. .	0.40	0.006												6
CO_2 ..	1.20	0.027				27								27
	100.30													

Cálculo. Fórmula

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		204.60	12.24 Q		Sal : 83.43
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		23.556	12.79	F 71.19	
Albita $Na_2O . AlO_3 . 6SiO$		95.524	49.78		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		31.278	8.62		
Diopsida: $CaO . SiO_2$	3.116	0.35			
Diopsida: $MgO . SiO_2$	3.100	0.30	0.65	P	Fem : 16.04
Diopsida: $FeO . SiO_2$					
Metasilicato de magnesia $MgO.SiO_2$		11.100	1.10		
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		6.152	0.41		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		24.232	5.57		
Hematita Fe_2O_3		30.160	4.80		
Calcita $CaO . CO_2$		27.100	2.70		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		1.310	0.31		
			99.47		
Agua H_2O			0.50		
			99.97		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{83.43}{16.04} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{71.19}{12.24} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{118}{31} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{23}{95} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 11. ROCA NÚMERO 11

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Korundo	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2..	64.14	1.085					258	390	84		17	336	1085
Al_2O_3.	17.41	0.171					43	65	42	21			171
Fe_2O_3.	1.76	0.011		11									11
FeO ..	1.72	0.024	4	11							9		24
MgO..	0.35	0.008									8		8
CaO ..	3.66	0.065			7	16			42				65
Na_2O .	4.03	0.065						65					65
K_2O ..	4.04	0.043					43						43
H_2O ..	1.20	0.067											67
TiO_2..	0.34	0.004	4										4
P_2O_5..	0.35	0.002			2								2
CO_2 ..	0.70	0.016				16							16
	100.70												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2................	336.60 =	20.16 =	20.16 Q		Sal : 91.95
Ortoclasa $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$..		43.556	23.91	F 69.65	
Albita $Na2O.Al_2O_3.6SiO_2$....		65.524	34.06		
Anortita $CaO.Al_2O_3.2SiO_2$...		42.278	11.68		
Korundo Al_2O_3		21.102	2.14 C		
Hypersten $FeO.SiO_2$.......	9.132	1.18	1.98 P		Fem : 7.35
Hypersten $MgO.SiO_2$......	8.100	0.80			
Ilmenita $TiO_2.FeO$..........		4.152	0.61		
Magnetita $Fe_2O_3.FeO$.......		11.232	2.55		
Apatita $3CaO.P_2O_5$.........		2.310	0.61		
Calcita $CaO.CO_2$...........		16.100	1.60		
			99.30		
Agua H_2O..................			1.20		
			100.50		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{91.95}{7.38}=>\frac{7}{1} \qquad \frac{F}{Q}=\frac{69.65}{20.16}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{108}{42}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O}=\frac{43}{65}=<\frac{5}{3}>\frac{3}{5}$$

TABLA 12. ROCA NÚMERO 12

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	FeO SiO_2	Cuarzo	Control
SiO_2...	59.70	0.995					108	726	112	16	13	20	995
Al_2O_3..	19.92	0.195					18	121	56				195
Fe_2O_3..	2.40	0.015		15									15
FeO ...	3.16	0.044	8	15						8	13		44
MgO...	vest.	0.000								0			0
CaO ...	4.38	0.079			7	8			56	8			79
Na_2O ..	7.48	0.121						121					121
K_2O ...	1.73	0.018					18						18
H_2O ...	0.48	0.027											27
TiO_2 ..	0.60	0.008	8										8
P_2O_5...	0.28	0.002			2								2
CO_2 ...	0.36	0.008				8							8
	100.49												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2................		20.60	= 1.20 Q		Sal : 90.18
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$..		18.556	10.01	F 68.98	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$....		121.524	63.40		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$...		56.278	15.57		
Diopsida: $CaO . SiO_2$........	8.116	= 0.93			
Diopsida: $FeO . SiO_2$........	8.132	1.05	1.98 P		Fem : 9.82
Diopsida: $MgO . SiO_2$........					
Metasilicato ferroso $FeO . SiO_2$.		13.132	1.72		
Ilmenita $TiO_2 . FeO$..........		8.152	1.22		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		15.232	3.48		
Apatita $3CaO . P_2O5$		2.310	0.62		
Calcita $CaO . CO_2$		8.100	0.80		
			100.00		
Agua H_2O..................			0.48		
			100.48		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{90.18}{9.82} = > \frac{7}{1} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{88.98}{1.20} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{139}{56} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{18}{121} = > \frac{1}{7}$$

TABLA 13. ROCA NÚMERO 13

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Wollastonita	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	55.70	0.928					138	540	170	36	7	37	928
Al_2O_3 ..	20.18	0.198					23	90	85				198
Fe_2O_3 .	3.88	0.024		24									24
FeO ..	3.17	(+Mn) 0.051	11	24						16			51
MgO ..	0.10	0.002								2			2
CaO...	6.94	0.123			3	10			85	18	7		123
Na_2O .	5.61	0.090						90					90
K_2O...	2.21	0.023					23						23
H_2O...	0.89	0.056											56
TiO_2 ..	0.94	0.011	11										11
P_2O_5 ..	0 12	0.001			1								1
MnO ..	0.45	0.007											7
CO_2...	0.47	0.010				10							10
	100.66												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		37.60	= 2.22 Q		Sal : 85.80
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		23.556	12.79	F 83.58	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$		90.524	47.16		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		85.278	23.63		
Diopsida $FeO . SiO_2$	16.132	2.11			
Diopsida $MgO . SiO_2$	2.100	0.20	4.40		
Diopsida $CaO . SiO_2$	18.116	2.09			
Wollastonita $CaO . SiO_2$		7.116	0.81	Fem : 13.76	
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		11.152	1.67		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		24.232	5.57		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		1.310	0.31		
Calcita $CaO . CO_2$		10.100	1.00		
			99.56		
Agua H_2O			0.89		
			100.45		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{85.80}{13.76} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{83.58}{2.22} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{113}{85} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{23}{90} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 14. ROCA NÚMERO 14

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2 ...	66.49	1.108				246	336	76	78	21	351	1108
Al_2O_3 ..	13.84	0.135				41	56	38				135
Fe_2O_3 ..	2.24	0.014		14								14
FeO ...	2.16	+Mn 0.035	5	14					10.5	5.5		35
MgO ..	1.77	0.044							28.5	15.5		44
CaO ...	4.71	0.084			7			38	39			84
Na_2O ..	3.51	0.056					56					56
K_2O ...	3.91	0.041				41						41
H_2O ...	0.13	0.006										6
TiO_2 ...	0.42	0.005	5									5
P_2O_5 ...	0.31	0.002			2							2
MnO ...	0.35	0.005										5
CO_2 ...	—	—										—
	99.84											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		351.60	21.06 Q		Sal : 83.76
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 6SiO_2$		41.556	22.80	F 62.70	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		56.584	29.34		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		38.278	10.56		
Diopsida: $CaO . SiO_2$	39.116	4.54	8.76	P 11.04	Fem : 15.67
Diopsida: $FeO . SiO_2$	105.132	1.39			
Diopsida: $MgO . SiO_2$	285.100	2.85			
Hypersten: $FeO . SiO_2$	55.132	0.73	2.28		
Hypersten: $MgO . SiO_2$	155.100	1.55			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		5.152	0.76		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		14.232	3.25		
Apatita $3CaO . P_2O5$		2.310	0.62		
			99.43		
Agua H_2O			0.13		
			99.52		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{83.76}{15.67} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{62.70}{21.06} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{97}{38} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{41}{56} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}$$

TABLA 14 *b*

Análisis de la Hornblende (aislada) 9,6 (10 %)

	Por ciento	P. M.	Relación
SiO_2	47.30	0.797	$\frac{SiO_2}{CaO} = \frac{747}{221} = 3.60$
Al_2O_3	7.72	0.075	$\frac{Al_2O_3}{CaO} = \frac{75}{221} = 0.34$
Fe_2O_3	4.91	0.031	$\frac{Fe_2O_0}{CaO} = \frac{31}{221} = 0.14$
FeO	10.48	0.146	$\frac{FeO}{CaO} = \frac{146}{221} = 0.66$
MgO..	12.19	0.305	$\frac{MgO}{CaO} = \frac{305}{221} = 1.38$
CaO	12.35	0.221	$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO} = \frac{18}{221} = 0.09$
Na_2O	0.90	0.015	$\frac{TiO_2}{CaO} = \frac{19}{221} = 0.09$
K_2O	0.34	0.003	
H_2O	0.95	0.056	
TiO_2	1.50	0.019	
MnO	0.40	0.006	
	99.54		

Cálculo de los valores parciales

	A. Para 10 % Hornblende		B. Para 90 % Resto		Control A + B (v. tabla 14 *a*) Por ciento
	Por ciento	P. M.	Por ciento	P. M.	
SiO_2	4.78	0.079	61.71	1.028	66.49
Al_2O_3	0.77	0.008	13.07	0.128	13.84
Fe_2O_3	0.49	0.003	1.75	0.011	2.24
FeO	1.05	0.015	1.11	0.019	2.16
MgO	1.22	0.031	0.55	0.013	1.77
CaO	1.24	0.022	3.47	0.062	4.71
Na_2O	0.09	0.002	3.42	0.055	3.51
K_2O	0.03	0.000	3.88	0.041	3.91
H_2O	0.09	0.006	0.04	0.022	0.13
TiO_2	0.15	0.002	0.27	0.004	0.42
P_2O_3	0.00	0.000	0.31	0.002	0.31
MnO	0.04	0.000	0.31	0.004	0.35
	9.95		89.89		99.34

TABLA 14 *c*. CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN MINERAL EFECTIVA

		Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Wollastonita	Cuarzo	Hornblende
SiO_2...	Hornblende	4.78	0.079										79
	Resto	61.71	1.028				246	330	64	34	6	348	
Al_2O_3..	Hornblende	0.77	0.008										8
	Resto	13.07	0.128				41	55	32				
Fe_2O_3 .	Hornblende	0.49	0.003										3
	Resto	1.75	0.011		11								
FeO...	Hornblende	1.05	0.015										15
	Resto	1.11	+ Mn 0.019	4	11					4			
MgO ..	Hornblende	1.22	0.031										31
	Resto	0.55	0.013							13			
CaO...	Hornblende	1.24	0.022										22
	Resto	3.47	0.062			7			32	17	6		
Na_2O..	Hornblende	0.09	0.002										2
	Resto	3.42	0.055					55					
K_2O...	Hornblende	0.03	0.000										0
	Resto	3.88	0.041				41						
H_2O ..	Hornblende	0.09	0.006										6
	Resto	0.04	0.022										
TiO_2 ..	Hornblende	0.15	0.002										2
	Resto	0.27	0.004	4									
P_2O_5 ..	Hornblende	0.00	0.000										0
	Resto	0.31	0.002										
MnO ..	Hornblende	0.04	0.000										0
	Resto	0.31	0.004			2							
		99.84											

Fórmulas			Por ciento
Cuarzo SiO_2................		348.60	=20.50
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$..		41.556	22.80
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$....		55.524	28.82
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$...		32.278	8.90
Diopsida: $CaO . SiO_2$........	1.97		4.20
Diopsida: $MgO . SiO_2$	1.30		
Diopsida: $FeO . SiO_2$........	0.93		
Wollastonita $CaO . SiO_2$......		6.116	0.70
Ilmenita $TiO_2 . FeO$..........		4.152	0.61
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$.......		11.232	2.55
Apatita $3CaO . P_2O_5$		2.310	0.62
Hornblende: $79SiO_2$........	79.60		4.74
Hornblende: $8Al_2O_3$	8.102		0.81
Hornblende: $3Fe_2O_3$........	3.160		0.48
Hornblende: 15FeO	15.72		1.08
Hornblende: 31MgO........	31.40		1.24
Hornblende: 22CaO	22.56		1.23
Hornblende: $2Na_2O$	2.62		0.12
Hornblende: $6H_2O$	6.18		0.11
Hornblende: $2TiO_2$.........	2.80		0.16
			99.95
Agua......................			0.04
			99.99

TABLA 15. ROCA NÚMERO 15

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Hypersten	Corundo	Cuarzo	Control
SiO_2...	58.96	0.983					144	468	118	71		182	983
Al_2O_3..	17.78	0.175					24	78	59		14		175
Fe_2O_3 .	2.88	0.018		18									18
FeO ..	4.89	+ Mn 74 / 0.068	10	18						46			74
MgO ..	1.00	0.025								25			25
CaO...	3.99	0.071			3	9			59				71
Na_2O..	4.86	0.078						78					78
K_2O...	2.25	0.024					24						24
H_2O ..	1.40	0.078											78
TiO_2 ..	0.84	0.010	10										10
P_2O_5 ..	0.15	0.001			1								1
MnO ..	0.35	0.006											6
CO_2...	0.42	0.009				9							8
	99.77												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		182.60	1.42 Q		Sal : 82.95
Corundo Al_2O_3		14.102	10.92 C		
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$..		24.556	13.34	F 70.71	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$....		78.524	40.87		
Anortita $OaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$...		59.278	16.40		
Hypersten { $FeO . SiO_2$	46.132	6.07	8.57		Fem : 15.48
Hypersten { $MgO . SiO_2$	25.100	2.50			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$..........		10.152	1.52		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		18.232	4.18		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		1.310	0.31		
Calcita $CaO . FeO$		9.100	0.90		
			98.43		
Agua H_2O..................			1.40		
			99.83		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{82.95}{15.48} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{70.61}{10.92} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{102}{59} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{24}{78} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 16. ROCA NÚMERO 16

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Corundo	FeO . SiO_2	Cuarzo	Control
SiO_2...	59.10	0.985					96	474	150		15	250	985
Al_2O_3..	19.50	0.191					16	79	75	21			191
Fe_2O_3 .	3.52	0.022		22									22
FeO ..	3.16	+Mn 50 0.044	13	22							15		50
MgO ..	vest.	0.000											0
CaO...	5.62	0.100			7	18			75				100
Na_2O..	4.85	0.079						79					79
K_2O...	1.50	0.016					16						16
H_2O ..	0.60	0.033											33
TiO_2 ..	1.00	0.013	13										13
P_2O_5 ..	0.25	0.002			2								2
MnO ..	0.37	0.006											6
CO_2...	0.84	0.018				18							18
	100.31												

Fórmula. Cálculo

		Por ciento		
Cuarzo SiO_2....................	250.60	15.00 Q		Sal : 88.28
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	16.556	8.90	F 71.14	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$........	79.524	41.39		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$......	75.278	20.85		
Corundo Al_2O_3.................	20.102	2.14 C		
Metasilicato ferroso $FeO . SiO_2$...	15.132	1.98	Fem : 11.48	
Ilmenita $FiO_2 . FeO$.............	13.152	1.98		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$...........	22.232	5.10		
Apatita $3CaO . P_2O_5$	2.310	0.62		
Calcita $CaO . CO_2$...............	18.100	1.80		
		99.76		
Agua		0.60		
		100.36		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{88.28}{11.48} = > \frac{7}{1} \qquad \frac{F\,71.14}{Q\,15.00} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{95}{75} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{16}{79} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 18. ANÁLISIS 18

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2...	49.50	0.825					30	366	180	202	2	45	825
Al_2O_3..	15.85	0.156					5	61	90				156
Fe_2O_3 .	4.55	0.029		29									29
FeO ..	6.76	+ Mn 0.098	19	29						49	1		98
MgO ..	2.15	0.053								52	1		53
CaO ..	12.17	0.218			7	20			90	101			218
Na_2O..	3.82	0.061						61					61
K_2O ...	0.51	0.005					5						5
H_2O ..	1.10	0.061											61
TiO ..	1.50	0.019	19										19
P_2O_5 ..	0.35	0.002			2								2
MnO ..	0.27	0.004											4
CO_2...	0.90	0.020											20
	99.43												

Fórmula. Cálculo

			Por ciento			
Cuarzo SiO_2		45.60	= 2.70 Q			Sal : 62.46
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		5.556	2.78	F 59.76		
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		61.524	31.96			
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$...		90.278	25.02			
Diopsida $CaO . SiO_2$........	101.116	=11.72	23.39		P 23.62	Fem : 35.86
Diopsida $FeO . SiO_2$........	49.132	6.47				
Diopsida $MgO . SiO_2$........	52.100	5.20				
Hypersten $FeO . SiO_2$.......	1.132	0.13	0.23			
Hypersten $MgO . SiO_2$.......	1.100	0.10				
Ilmenita $TiO_2 . FeO$..........		19.152	2.89			
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$.......		29.232	6.73			
Apatita $3CaO . P_2O_5$.........		2.310	0.62			
Calcita $CaO . CO_2$...........		20.100	2.00			
			99.32			
Agua			1.10			
			99.45			

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{62.46}{35.86} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q}\frac{59.76}{2.70} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO}\frac{66}{90} = < \frac{5}{7} > \frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{5}{61} = < \frac{1}{7}$$

TABLA 19. ANÁLISIS 19

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Corundo	Hypersten	Cuarzo
SiO_2	55.05	0.917					72	666	130		32	17
Al_2O_3 ...	19.47	0.191					12	111	65	3		
Fe_2O_3 ...	5.12	0.032		32								
FeO	4.32	(+Mn 68) 0.060	8	32							26	
MgO	0.24	0.006									6	
CaO	5.00	0.089			17	7			65			
Na_2O ...	6.92	0.111						111				
K_2O	1.07	0.012					12					
H_2O	0.83	0.044										
TiO_2	0.60	0.008	8									
P_2O_5 ...	0.48	0.004			5							
MnO ...	0.40	0.006										
CO_2	0.30	0.007				7						
Cl......	0.20	0.003										
	99.90											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento	
Cuarzo SiO_2		17.60	= 1.02	Sal : 84.17
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		12.556	6.67	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$		111.524	58.16	73.15
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		65.278	18.01	F
Corundo Al_2O_3		3.102	0.31	
Hypersten { $FeO . SiO_2$	26.132		4.03	Fem : 14.93
Hypersten { $MgO . SiO_2$	6.100			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		8.152	1.22	
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		32.232	7.42	
Apatita $3CaO . P_2O_5$		5.310	1.55	
Calcita $CaO . CO_2$		7.100	0.74	
			99.09	
H_2O			0.83	
			99.92	

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{84.17}{14.93} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{83.15}{1.02} > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{123}{65} = > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{12}{111} = < \frac{1}{7}$$

TABLA 20. ANÁLISIS 20

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Hematita	Apatita	Calcita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Corundo	Cuarzo	Control
SiO_2...	61.38	1.023						144	594	54		231	1023
Al_2O_3..	18.98	0.186						24	99	27	36		186
Fe_2O_3 .	4.92	0.031		20	11								31
FeO...	1.44	(+ Mn) 0.027	7	20									27
MgO ..	0.00	0.000											0
CaO...	2.30	0.041				7	7			27			41
Na_2O..	6.16	0.099							99				99
K_2O...	2.33	0.024						24					24
H_2O ..	1.17	0.063											63
TiO_2 ..	0.55	0.007	7										7
P_2O_5 ..	0.28	0.002				2							2
MnO ..	0.59	0.008											8
CO_2...	0.30	0.007					7						7
	100.70												

Fórmula. Cálculo

		Por ciento		
Cuarzo SiO_2	231.60	=13.86 Q		Sal : 90.25
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	24.556	13.34	F 72.72	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	99.524	51.37		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$	27.278	7.51		
Corundo Al_2O_3	36.102	3.67 C		
Ilmenita $TiO_2 . FeO$	7.152	1.06	Fem : 8.78	
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$	20.232	4.64		
Hematita Fe_2O_3	11.160	1.76		
Apatita $3CaO . P_2O_5$	2.310	0.62		
Calcita $CaO . CO_2$	7.100	0.70		
		99.03		
Agua		1.17		
		100.20		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{90.25}{8.78} = > \frac{7}{1} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{72.72}{13.80} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{123}{27} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{24}{99} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 21. ANÁLISIS 21

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	59.14	0.985				114	558	118	14	96	55	985
Al_2O_3 .	18.02	0.176				19	99	59				176
Fe_2O_3 .	1.12	0.007		7								7
FeO ..	4.03	(+Mn) 0.057	11	7					2.7	36.3		57
MgO ..	2.58	0.064							4.3	59.7		64
CaO ..	4.40	0.079			13			59	7			79
Na_2O .	6.12	0.098					98					98
K_2O ..	1.77	0.019				19						19
H_2O ..	1.67	0.090										90
TiO_2 ..	0.86	0.011	11									11
P_2O_5 .	0.51	0.004			4							4
MnO .	0.10	0.001										1
	100.32											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento			
Cuarzo SiO_2		55.60	= 3.80 Q			
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		19.556	10.56	F 78.31		Sal : 82.11
Albita $Na_2O . 6SiO_2$		98.524	51.35			
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		59.278	16.40			
Diopsida: $CaO . SiO_2$	7.116	0.81	1.59	P 11.36		Fem : 16.89
Diopsida: $MgO . SiO_2$	43.100	0.43				
Diopsida: $FeO . SiO_2$	27.132	0.35				
Hypersten: $FeO . SiO_2$	363.132	4.80	10.77			
Hypersten: $MgO . SiO_2$	597.100	5.97				
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		11.152	1.67			
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		7.232	1.62			
Apatita $3CaO . P_2O_5$		4.310	1.24			
			99.00			
Agua H_2O			1.67			
			100.67			

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{82.11}{16.89} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{78.31}{3.80} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{117}{59} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{19}{98} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 22. ANÁLISIS 22

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2...	59.35	0.989				126	576	142	20	83	42	989
Al_2O_3..	19.20	0.188				21	96	71				188
Fe_2O_3 .	0.50	0.003		3								3
FeO ..	6.05	0.084	13	3					7.3	60.7		84
MgO ..	1.01	0.025							2.7	22.3		25
CaO ..	5.10	0.091			10			71				91
Na_2O..	5.98	0.096					96					96
K_2O ..	2.02	0.021				21						21
TiO_2 ..	1.01	0.013	13									13
P_2O_5 ..	0.40	0.003			3							3
	100.62											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2...............		42.60	= 2.52 Q		Sal : 84.24
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		21.556	11.68	F 81.72	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		96.524	50.30		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		71.278	19.74		
Diopsida: $FeO . SiO_2$........	0.96		2.39	P 12.03	Fem : 12.24
Diopsida: $MgO . SiO_2$........	0.27				
Diopsida: $CaO . SiO_2$........	1.16				
Hypersten: $FeO . SiO_2$.......	607.132	8.01	10.24		
Hypersten: $MgO . SiO_2$......	223.100	2.23			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$..........		13.152	1.98		
Magnetita $FeO_3 . FeO$........		3.232	0.70		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		3.310	0.93		
			100.48		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{84.24}{12.24} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{81.72}{2.52} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{117}{71} = < \frac{5}{3} > \frac{3}{5} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{21}{76} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 23. ANÁLISIS 23

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Calcita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Corundo	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2...	47.00	0.783					66	282	210		21	204	783
Al_2O_3..	22.50	0.220					11	47	105	57			220
Fe_2O_3 .	7.99	0.049		49									49
FeO ..	4.35	+Mn 0.061	9	49							3		61
MgO ..	0.72	0.018									18		18
CaO ..	8.68	0.155			43	7			105				155
Na_2O..	2.92	0.47						47					47
K_2O ..	1.08	0.11					11						11
H_2O ..	1.22	0.068											68
TiO_2 ..	0.77	0.009	9										9
P_2O_5 ..	0.27	0.002				2							2
MnO ..	0.10	0.001											1
CO_2...	1.90	0.043			43								43
	99.50												

Cálculo. Fórmula

			Por ciento	
Cuarzo SiO_2		204.60	=12.24	Sal : 78.97 / F 59.92
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		11.556	6.10	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		47.524	24.63	
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$		105.278	29.19	
Corundo Al_2O_3:		59.102	5.81	
Kypersten { $FeO . SiO_2$	3.132	0.4	2.20	Fem : 19.09
Kypersten { $MgO . SiO_2$	18.100	1.8		
Calcita $CaO . CO_2$		100.43	4.30	
Ilmenita $FeO . TiO_2$		9.152	1.37	
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$		49.232	11.60	
Apatita $3CaO . P_2O_5$		2.310	0.62	
			98.06	
Agua			1.22	
			99.28	

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{78.97}{19.09} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F\,50.02}{Q\,12.24} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{58}{105} < \frac{3}{5} > \frac{7}{1} \qquad \frac{K_2O}{No_2O} = \frac{11}{47} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 24. ANÁLISIS 24

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Na_2SiO_2	$FeO.SiO_3$	Cuarzo	Control
SiO_2	74.62	1.233			294	384	17	56	482	1233
Al_2O_3	11.50	0.113			49	64				113
Fe_2O_3	0.00	0.000								0
FeO	4.04	+Mn 59 0.056	3					56		59
MgO	vest.	0.000								0
CaO	0.15	0.003		3						3
Na_2O	5.03	0.081				64	17			81
K_2O	4.63	0.049			49					49
H_2O	0.10	0.006								6
TiO_2	0.18	0.003	3							3
P_2O_5	0.12	0.001								1
MnO	0.23	0.003		1						3
	99.85									

Fórmula. Cálculo

		Por ciento		
Cuarzo SiO_2	482.60	=28.92 Q		Sal : 89.70
Ortoclasa $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	49.556	27.24	F 60.78	
Albita $Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	64.524	33.54		
Metasilicato de sodio $Na_2O.SiO_2$	17.182	2.07	Fem : 10.23	
Metasilicato ferroso $FeO.SiO_2$	56.132	7.39		
Hemanita $TiO_2.FeO_2$	3.152	0.46		
Apatita $3CaO.P_2O_5$	1.310	0.31		
		99.93		
Agua H_2O		0.10		
		100.03		

Relación

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{89.70}{10.23}=>\frac{7}{1} \qquad \frac{F}{Q}=\frac{60.78}{28.92}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{113}{0}=>\frac{7}{1} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O}\frac{49}{64}=<\frac{5}{3}>\frac{3}{5}$$

TABLA 25. ANÁLISIS 25

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	70.33	1.172				372	426	34	2	22	316	1172
Al_2O_3 .	15.34	0.150				62	71	17				150
Fe_2O_3 .	0.45	0.003		3								·3
FeO ..	1.15	+Mn 21 0.017	2	3					0.7	15.3		21
MgO .	0.31	0.007							0.3	6.7		7
CaO ..	1.24	0.021			3			17	1			21
Na_2O .	4.35	0.071					71					71
K_2O ..	5.80	0.062				62						62
H_2O ..	0.30	0.017										17
TiO_2 ..	0.15	0.002	2									2
P_2O_5 .	0.15	0.001			1							1
MnO .	0.26	0.004										4
CO_2 ..	0.01	0.000										0
	99.87											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		316.60	=18.96 Q		Sal : 95.36
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		62.536	34.47	F 76.40	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		51.554	37.20		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		17.278	4.73		
Diopsida $MgO . SiO_2$	03.100	= 0.03	0.28	Fem : 4.23	
Diopsida $FeO . SiO_2$	07.132	0.09			
Diopsida $CaO . SiO_2$	1.116	0.16			
Hypersten $FeO . SiO_2$	153.132	2.01	0.68		
Hypersten $MgO . SiO_2$	67.100	0.67			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		2.152	0.30		
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$		3.232	0.70		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		1.310	0.31		
			99.59		
Agua			0.30		
			99.89		

Relación.

$$\frac{Sal}{Fem}=\frac{95.36}{4.23}=>\frac{7}{1} \qquad \frac{76.46}{18.96}=<\frac{7}{1}>\frac{5}{3}=\frac{F}{Q}$$

$$\frac{K_2O+Na_2O}{CaO}=\frac{133}{17}=>\frac{7}{1} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O}=\frac{76}{71}=\frac{5}{3}>\frac{3}{5}$$

TABLA 27. ANÁLISIS 27

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo	Control
SiO_2 ..	62.09	1.035				144	588	84	66	54	99	1035
Al_2O_3 .	16.67	0.164				24	98	42				164
Fe_2O_3 .	1.12	0.007		7								7
FeO ..	2.90	+Mn 0.48 0.040	8	7					12.5	20.5		48
MgO .	2.19	0.054							20.5	33.5		54
CaO ..	4.64	0.082			7			42	33			82
K_2O ..	2.30	0.024				24						24
Na_2O .	6.09	0.098					98					98
H_2O ..	0.10	0.006										6
TiO_2 .	0.67	0.008	8									8
P_2O_5 ..	0.33	0.002			2							2
MnO ..	0.62	0.008										8
	99.85											

Fórmula. Cálculo

			Por ciento		
Cuarzo SiO_2		96.60	= 5.94 Q		
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ ..		24.556	13.34	F 76.37	Sal : 82.31
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$		98.524	51.35		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$ ...		42.278	11.68		
Diopsida: $FeO . SiO_2$	125.132	1.64			
Diopsida: $MgO . SiO_2$	205.100	2.05	7.52		Fem : 17.03
Diopsida: $CaO . SiO_2$	33.116	3.83			
Kypersten: $FeO . SiO_2$	205.132	2.70	6.05		
Kypersten: $MgO . SiO_2$	335.100	3.35			
Ilmenita $TiO_2 . FeO$		8.132	1.32		
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$		7.232	1.62		
Apatita $3CaO . P_2O_5$		2.310	0.62		
			99.34		
Agua H_2O			0.10		
			99.44		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{82.31}{17.03} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{76.38}{5.94} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{122}{42} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{24}{98} = < \frac{3}{5} > \frac{5}{3}$$

TABLA 28. ANÁLISIS 28

	Por ciento	P. M.	Ilmenita	Magnetita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Diopsida	Hypersten	Cuarzo
SiO_2	63.80	1.063				156	576	86	82	3	160
Al_2O_3	16.80	0.165				26	96	43			
Fe_2O_3	1.01	0.006		6							
FeO	3.62	(+Mn) 0.055	10	6					36	3	
MgO	0.20	0.005							5	0	
CaO	5.10	0.007			7			43	41		
Na_2O	5.98	0.096					96				
K_2O	2.40	0.026				26					
MnO	0.20	0.003									
TiO_2	0.80	0.010	10								
P_2O_5	0.30	0.002			2						
	100.21										

Fórmula. Cálculo

				Por ciento		
Cuarzo SiO_2			60.160	= 9.60	Sal : 86.31	
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$			26.556	14.46	F 76.71	
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$			96.524	50.30		
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$			63.278	11.95		
Diopsida	$CaO . SiO_2$	41.116	4.76	10.01		13.92
	$MgO . SiO_2$	5.100	0.50			
	$FeO . SiO_2$	36.532	4.75			
Hypersten	$FeO . SiO_2$	3.132		0.39		
	$MgO . SiO_2$	0.100				
Ilmenita $TiO_2 . FeO_2$			10.152	1.52		
Magnetita $FeO . Fe_2O_3$			6.232	1.39		
Apatita $3CaO . P_2O_5$				0.60		
				100.23		

Relación

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{86.31}{13.92} < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{76.91}{9.60} = > \frac{7}{1}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{122}{43} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{26}{96} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

TABLA 30. ANÁLISIS 30 (BONNEY-GREY)

	Por ciento	P. M.	Magnetita	Hematita	Apatita	Ortoclasa	Albita	Anortita	Hypersten	MgO SiO_2	Cuarzo	Control
SiO_2 ...	60.32	1.005				132	492	120		70	191	1005
Al_2O_3 ..	17.10	0.167				22	82	60	3			167
Fe_2O_3 .	4.74	0.029	14	15								29
FeO ...	1.12	0.014	14									14
MgO ...	2.89	0.070								70		70
CaO ...	3.51	0.063			3			60				63
Na_2O ..	5.06	0.082					82					82
K_2O ...	2.11	0.022				22						22
H_2O ...	2.80	0.156										156
P_2O_5...	0.05	0.001			1							1
MnO ..	vest.	0.000										0
	99.70											

Fórmula. Cálculo

		Por ciento	
Cuarzo SiO_2	191.60	11.46	Sal : 83.65
Ortoclasa $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$.........	22.556	12.23	F 71.88
Albita $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	82.524	42.97	
Anortita $CaO . Al_2O_3 . 2SiO_2$.........	60.278	16.68	
Corundo Al_2O_3....................	3.102	0.31	
Metasilicato de magnesia $MgO . SiO_2$.	70.100	7.00	13.04
Magnetita $Fe_2O_3 . FeO$	14.232	3.25	
Hematita Fe_2O_3..................	15.160	2.48	
Apatita $3CaO . P_2O_5$	1.310	0.31	
		99.60	
Agua		2.80	
		99.49	

Relación

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{83.65}{13.04} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{F}{Q} = \frac{71.88}{11.46} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = \frac{104}{60} = < \frac{7}{1} > \frac{5}{3} \qquad \frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{22}{82} = < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$$

DIE ERUPTIV-GESTEINE DES RIO-PLOMOGEISCHER UND TUPUNGATOGEBIETS

	1	P. M.	2	P. M.	3	P. M.	4	P. M.	5	P. M.	6	P. M.	7	P. M.	8	P. M.	9	P. M.	10	P. M.
	°/o		°/o		°/o		°/o		°/o		°/o		°/o		°/o		°/o		°/o	
SiO_2	52.65	0.877	50.25	0.842	48.95	0.815	54.56	0.908	55.89	0.931	55.89	0.931	49.85	0.830	50.11	0.835	56.88	0.948	59.50	0.991
Al_2O_3	15.80	0.155	16.01	0.157	17.92	0.175	15.99	0.157	17.19	0.169	15.94	0.156	16.87	0.166	16.70	0.164	16.67	0.163	15.22	0.149
Fe_2O_3	6.35	0.040	8.59	0.054	7.75	0.048	3.18	0.020	4.34	0.027	4.89	0.031	6.78	0.043	8.30	0.052	5.15	0.033	8.71	0.054
FeO.........	4.59	0.064	4.00	0.056	3.69	0.051	5.46	0.076	3.74	0.051	2.01	0.028	4.52	0.063	3.92	0.054	5.76	0.080	1.73	0.024
MgO	Sp.	0.000	5.30	0.133	0.95	0.024	0.98	0.024	0.92	0.023	Sp.	0.000	4.59	0.114	5.20	0.130	0.10	0.002	0.67	0.014
CaO.........	6.51	0.116	3.10	0.055	7.99	0.142	5.97	0.106	4.90	0.088	6.98	0.124	7.77	0.139	2.98	0.054	4.55	0.081	3.60	0.064
Na_2O........	6.22	0.100	7.08	0.115	5.29	0.085	5.71	0.092	5.60	0.090	6.14	0.098	4.48	0.073	6.89	0.111	5.38	0.087	5.88	0.095
K_2O	3.10	0.033	1.32	0.014	2.08	0.022	1.91	0.020	2.32	0.024	2.99	0.032	0.96	0.011	1.25	0.014	2.55	0.028	2.20	0.023
H_2O.........	1.80	0.100	1.45	0.080	1.98	0.111	1.53	0.083	1.50	0.083	1.05	0.061	1.88	0.106	1.85	0.103	0.84	0.044	0.50	0.028
TiO_2	1.50	0.019	1.80	0.023	1.69	0.021	1.59	0.020	1.28	0.016	1.24	0.015	1.37	0.017	1.60	0.020	0.81	0.010	0.19	0.006
P_2O_5	0.71	0.005	0.60	0.004	0.58	0.004	0.47	0.004	0.23	0.001	0.45	0.004	0.48	0.004	0.65	0.004	0.10	0.001	0.20	0.001
MnO	0.35	0.005	0.69	0.009	0.40	0.006	0.37	0.005	0.46	0.007	Sp.	0.000	0.22	0.003	0.65	0.009	0.32	0.004	0.40	0.006
CO_2........	0.18	0.004	0.08	0.002	0.10	0.002	1.80	0.041	1.80	0.041	2.28	0.051	0.07	0.002	0.10	0.002	0.80	0.018	1.20	0.027
S...........	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	FeS_2 0.10		0.00	0.000
Cl..........	Sp.	0.000	Sp.	0.000	0.42	0.011	Sp.	0.000	0.00	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000
Zr	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
	99.76		100.29		99.79		99.52		100.17		99.86		99.84		100.20		100.01		100.30	

DIE ERUPTIV-GESTEINE DES RIO-PLOMOGEISCHER UND TUPUNGATOGEBIETS *(Continuación)*

	11	P. M.	12	P. M.	13	P. M.	14	P. M.	15	P. M.	16	P. M.	17	P. M.	18	P. M.	19	P. M.	20	P. M.
	%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
SiO_2	64.14	1.085	59.70	0.995	55.70	0.928	66.49	1.108	58.96	0.983	59.10	0.985	58.45	0.974	49.50	0.825	55.05	0.917	61.38	1.023
Al_2O_3	17.41	0.171	19.92	0.195	20.18	0.089	13.84	0.135	17.78	0.175	19.50	0.191	17.05	0.168	15.85	0.156	19.47	0.191	18.98	0.186
Fe_2O_3	1.76	0.011	2.40	0.015	3.88	0.024	2.24	0.014	2.88	0.018	3.52	0.022	0.34	0.002	4.55	0.029	5.12	0.032	4.92	0.031
FeO	1.92	0.024	3.16	0.044	3.17	0.044	2.16	0.030	4.89	0.068	3.16	0.044	5.44	0.075	6.76	0.094	0.32	0.060	1.44	0.019
MgO	0.35	0.008	Sp.	0.000	0.10	0.002	1.77	0.044	1.00	0.025	Sp.	0.000	1.82	0.046	2.15	0.053	0.24	0.006	0.00	0.010
CaO	3.66	0.065	4.38	0.079	6.94	0.123	4.71	0.084	3.99	0.071	5.62	0.100	6.05	0.109	12.17	0.218	5.00	0.089	2.30	0.041
Na_2O	4.03	0.065	7.48	0.121	5.61	0.090	3.51	0.056	4.86	0.078	4.85	0.079	5.35	0.087	3.82	0.061	1.92	0.111	6.16	0.099
K_2O	4.04	0.043	1.73	0.018	2.21	0.023	3.91	0.041	2.25	0.024	1.50	0.016	2.75	0.030	0.51	0.005	1.07	0.012	2.33	0.024
H_2O	1.20	0.067	0.48	0.027	0.89	0.056	0.13	0.006	1.40	0.078	0.60	0.033	0.70	0.040	1.10	0.061	0.83	0.044	1.17	0.063
TiO_2	0.34	0.004	0.60	0.008	0.94	0.011	0.42	0.005	0.84	0.010	1.00	0.013	1.10	0.014	1.50	0.019	0.60	0.608	0.55	0.007
P_2O_5	0.35	0.002	0.28	0.002	0.12	0.001	0.31	0.002	0.15	0.001	0.25	0.002	0.42	0.003	0.35	0.002	0.48	0.004	0.28	0.002
MnO	Sp.	0.000	Sp.	0.000	0.45	0.007	0.35	0.005	0.35	0.006	0.37	0.006	0.00	0.000	0.27	0.004	0.40	0.006	0.59	0.008
CO_2	0.70	0.016	0.36	0.008	0.47	0.010	0.00	0.000	0.42	0.009	0.84	0.018	0.60	0.014	0.90	0.020	0.30	0.007	0.30	0.007
S	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
Cl	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	0.00	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	Sp.	0.000	0.20	0.006	Sp.	0.000
Zr	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
	100.70		100.49		100.66		99.84		99.77		100.31		100.07		99.43		100.00		100.40	

DIE ERUPTIV-GESTEINE DES RIO-PLOMOGEISCHER UND TUPUNGATOGEBIETS *(Conclusión)*

	21	P. M.	22	P. M.	23	P. M.	24	P. M.	25	P. M.	26	P. M.	27	P. M.	28	P. M.	29	P. M.
	%		%		%		%		%		%		%		%		%	
SiO_2	59.14	0.985	59.35	0.989	47.00	0.783	74.02	1.233	70.33	1.172	70.86	1.181	62.09	1.035	63.80	1.063	73.01	
Al_2O_3	18.02	0.176	19.20	0.178	22.50	0.220	11.50	0.113	15.34	0.150	12.41	0.122	16.67	0.164	16.80	0.165	15.52	
Fe_2O_3....	1.12	0.007	0.50	0.003	7.99	0.049	0.00	0.000	0.45	0.003	0.02	0.001	1.12	0.007	1.01	0.006	0.32	
FeO	4.03	0.056	6.05	0.084	4.35	+Mn 0.061	4.04	0.056	1.15	0.017	4.00	0.056	2.90	0.040	3.62	+Mn 0.055	4.93	
MgO.....	2.58	0.064	1.01	0.025	0.72	0.018	Sp.	0.000	0.31	0.007	0.72	0.018	2.19	0.054	0.20	0.005	1.50	
CaO	4.40	0.079	5.10	0.091	8.68	0.155	0.15	0.003	1.24	0.021	0.88	0.016	4.64	0.082	5.10	0.091	2.10	
Na_2O....	6.12	0.098	5.98	0.096	2.92	0.47	5.03	0.081	4.35	0.071	4.00	0.065	6.09	0.098	5.98	0.096	2.10	
K_2O.....	1.77	0.019	2.02	0.021	1.08	0.11	4.63	0.049	5.80	0.062	5.03	0.053	2.30	0.024	2.40	0.026	1.31	
N_2O	1.67	0.090	0.00	0.000	1.22	0.068	0.10	0.006	0.30	0.017	0.35	0.019	0.10	0.006	0.00	0.00		
TiO_2	0.86	0.011	1.01	0.013	0.77	0.009	0.18	0.003	0.15	0.002	0.43	0.005	0.67	0.008	0.80	0.010		
P_2O_5	0.51	0.004	0.40	0.003	0.27	0.002	0.12	0.001	0.15	0.001	0.35	0.003	0.33	0.002	0.30	0.002		
MnO.....	0.10	0.001	Sp.	0.000	0.10	0.001	0.23	0.003	0.26	0.004	0.55	0.007	0.62	0.018	0.20	0.003		
CO_2	Sp.	0.000	Sp.	0.000	1.90	0.043	0.00	0.000	0.01	0.000	0.39	0.009	0.00	0.000				
S........	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000				
Cl.......	Sp.	0.000	0.00	0.000	Sp.	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000				
Zr.......	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0·000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000				
	100.32		100.62		99.50		99.85		99.84		99.99		99.72		100.21		100.79	

LISTA DE ROCAS

1. Pórfiro del Nevado Juncal y Nevado de Plomo con grandes feldespatos, y concreciones en forma de pequeñas almendras. Cimento algo descompuesto de color obscuro verdoso, que tiende al rojo.

2. Pórfiro del Nevado de Plomo. Cemento gris obscuro con pequeñas concreciones esféricas de un silicato hidratado de ferri-aluminina (¿ Clorita?). La roca ha sido estudiada ópticamente por el doctor Backlund. Este estudio demostraba que las concreciones esféricas no son de composición homogénea. En parte consisten de zeolitas, a saber, philipsita y sodalita con poco doselita. Generalmente la roca consiste de casi pura albita, de pequeñas cantidades de ortoclasa, magnetita y hidrato férrico, ilmenita, apatita, restos de diopsida, titanita; calcita y philipsita figuran como formaciones secundarias.

3. Pórfiro del Nevado Juncal y Nevado de Plomo. Cimento verde obscuro con feldespatos y calcita, concreciones esféricas esporádicas como en roca número 2.

4. Pórfiro del Nevado de Plomo Juncal. Como 3. Feldespatos no tanto desarrollados.

5. Lo mismo con concreciones de calcita.

6. Lo mismo. Cimento rojizo. Pequeños cristales de feldespatos. ¿Concreciones de calcita y de clorita? faltan.

7. Como número 1.

8. Idéntico con roca número 2.

9. Pórfiro del Nevado Juncal. Cimento gris muy poco descompuesto. Pequeñas intrusiones de cristales. Veta metálica.

10. Breccia de tobas Nevado de Plomo.

11. Nevado de Plomo. Cimento denso de color gris azulado con pequeños feldespatos.

12. Conglomerato de tobas.

13. Hornblende-andesita del Cerro Cuerno (« Stokje ») cimento gris verdoso con feldespatos.

14. Granito del Valle Tupungato. (Débilmente radioactivo.)

15. Ventisquero Nevado Juncal, cimento negro con pequeños cristales.

16. Pórfiro del Nevado de Plomo. Cimento verdoso con intrusiones de cristales.

17. Conglomerado de tobas porfiríticas. Nevado Juncal. Cimento azul verdoso.

18. Nevado Juncal. Cimento denso verde con cristales en forma de agujas.

10. Hornblende-andesita con grandes cristales de hornblenda semejante número 13. Valle Plomo.

20. Pórfiro con cristales de feldespatos. Ventisquero Juncal.

21. Pórfiro. Cemento verde obscuro (con veta metálica) Juncal.

22. Basalto. Valle Tupungato, poroso, negro con pequeños feldes patos.

23. Pórfiro del Juncal, cemento verdoso, con concreciones de calcita. (Veta metálica).

24. Roca de color roja con concreciones vidriosas de la cresta nordeste del Tupungato.

25. Granito de Chorrillos. Valle Tupungato.

26. Granito de Chorrillos (algo descompuesto).

27. Pórfiro del pendiente nordeste del Tupungato. Cemento obscuro poroso con feldespatos y hornblenda.

28. Pórfiro del Tupungato. Cemento rojo con cristalización abundante.

29. Roca córnea del valle Tupungato. Desembocadura del valle río Blanco.

30. Hornblende-andesita de la cumbre del Aconcagua. Análisis Gray, Bonnet.

BIBLIOGRAFÍA

Cross, Iddings, Pirson, Washington, *Quantitative clasification of igneous rocks*, Chicago. 1903.

Fitzgerald, *The highest Andes*. London.

Bunsen, *Gesammelte Abhandlungen*. Bd. 2. Leipzig.

Dittrich, *Gesteinsanalyse*.

Hillebrand, *Gesteinsanalyse*.

SOBRE ALGUNAS ENFERMEDADES PARASITARIAS

DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

Por el interés que pudiera haber en el conocimieuto de las enfermedades criptogámicas y su difusión en el país, es que a continuación he creído oportuno hacer una breve reseña y consideraciones de las que pude examinar y estudiar en el partido de Puán (prov. de Buenos Aires) en el intervalo de tiempo comprendido entre mediados de 1914 y principios del corriente año, excepción hecha de algunas pocas especies cuya observación la he llevado a cabo por un período más largo y que menciono en este caso.

A fin de facilitar la tarea de enumeración de las especies he creído oportuno agruparlas según las clases, órdenes, familias y géneros a que cada una pertenece, citando luego los huéspedes sobre los que se habrían encontrado; resultando como consecuencia el cuadro de la página siguiente.

En cuanto a la época y características en el modo de presentarse estas especies, habrían sido, las siguientes :

Phitophtora infestans. — Durante los primeros años de cultivo de los huéspedes que ésta necesita, no se notó su presencia, consiguiéndose buenos rindes y productos de primera localidad, tanto de papas como de tomates, pero desde 1912 ya empezó a hacerse sentir, causando la muerte de una que otra planta de papa y la podredumbre de bastantes frutos de tomates, debiendo atribuírse su aparición a la introducción de semilla de papa atacada en la zona. En los años siguientes 1913-1914, secos por demás, el daño no fué de mayor importancia, pero en 1915 año húmedo y lluvioso y de temperatura más bien elevada, salvo aquellas plantaciones que fueron tratadas oportunamente con caldo bordalés, las demás fueron destruídas en su totalidad por este parásito.

- Hongos
  - Oomicetas ó Ficomicetas
    - Peronosporáceas
      - Peronospóreas
        - *Phytophtora infestans* (Mon.) : Papa, tomate.
        - *Plasmopara viticola* (Berk. y Cur.) : Vid.
        - *Peronospora trifoliorum* (de Bary) : Alfalfa. Trébol de carretilla.
        - *Peronospora effusa* (Grev.) : Espinaca, quinoa.
        - *Peronospora parasitica* (Pers.) : Coliflor.
        - *Bremia lactucae* (Berk.) : Lechuga, achicoria silvestre.
      - Albugéas ó Cystopeas
        - *Albugo candida* (Pers.) : Nabo, rábano, mostacilla y mastuerzo.
        - *Albugo tragoponis* (Pers.) : Compuesta silvestre y no sobre salsifí.
  - Basidiomicetas
    - Heterobasidieas
      - Ustilagíneas
        - Ustilageas
          - *Ustilago Avenae* (Pers.) : Avena.
          - — *Hordei* (Pers.) : Cebada.
          - — *Tritici* (Pers.) ; Trigo.
          - — *bromivora* (Fisch.) : Cebadilla del país.
        - Tilletieas
          - *Tilletia tritici* (Bjerk.) : Trigo.
      - Uredíneas
        - Pucciniéas
          - *Puccinia graminis tritici* (Pers) : Trigo.
          - — *Hordei* : Cebada.
          - — *Avenae* : Avena.
          - — *Secalis* : Centeno,
          - *Puccinia rubigo-vera* (Er.) : *Puccinia Bromina* : Cebadilla del país.
          - *Puccinia coronata* (Corda) : Avena.
          - — *Lolii* (Niessl) : Rye gras del país.
          - — *Pruni spinosae* (Pers.) : Durazno.
          - *Puccinia Allii* (D. C.) : Ajo.
          - — *Malvacearum* (Mont.) Malva silvestre y Sphaeralcia miniata.
          - *Uromyces Fabae* (Pers.) : Haba.
          - *Uromyces Betae* (Pers.) Acelga.
          - *Phragmidium subcorticium* (Schrank) : Rosa.
        - Melampsoréas
          - *Melampsora populina* (Jacq.) : Alamo carolino.
    - Monobasidieas...
  - Ascomicetas
    - Gymnoascáceas. Exoásceas.... *Exoascus deformans* (Berk.) : Durazno.
    - Carpoascáceas
      - Discomicetas Inoperculadas
        - *Pseudopeziza medicaginis* (Lib.) : Trébol de carretilla, alfalfa.
      - Perisporiáceas Erysipheas
        - *Erisiphe graminis* (D. C.) Cebadilla del país.
  - Imperfectos
    - Hyphomicetas propiamente dichos
      - *Cercospora beticola* (Sacc.) : Acelga, remolacha.
      - *Clasterosporium carpophillum* (Lev.) ó *Coryneum Beijerinkii* (Oud) : Damascos y duraznos.
    - Tuberculariéas
      - Melanconiéas
        - *Glaeosporium ampelophagum* (de Bary) ó *Sphaceloma ampelinum* (de Bary) : Vid.
        - *Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc. y Mac.) : Poroto, haba.
      - *Sphaeropsídeas Septoria petroselini* (Dsm.) : Apio, perejil.

Plamospara viticola (Peronospora). — Fué recién en 1914-15 que hizo su aparición, pero con una intensidad tal, que las vides ya por demás debilitadas por las heladas tardías que sobrevinieron los días 3, 4 y 5 de noviembre de 1914 y que quemaron por completo los nuevos retoños, que ya tenían de 0^m20 a 0^m30 de largo, en seguida de volver a brotar mostraban indicios de ser atacadas por la peronóspora, perdiendo como consecuencia de la misma, por completo las hojas en el mes de febrero; es decir, antes que pudieran madurar debidamente los sarmientos, resultando como consecuencia que al sobrevenir los fuertes fríos del invierno próximo pasado causaron la destrucción, no sólo de muchos sarmientos, sino aun de las plantaciones nuevas. Estos efectos funestos habrían sido por desconocerse la enfermedad en la localidad; de ahí la conveniencia de que en el corriente año se impusiera a los colonos de los métodos curativos oportunos tanto de esta enfermedad como de la anterior, á fin de que puedan así prevenir sus efectos.

Plasmopara cubensis. — Apareció recién en febrero de 1915, esto es, en los últimos tiempos de vegetación de las plantaciones de melón y sus efectos fueron insignificantes reduciéndose a la desecación de algunas hojas.

Peronospora trifoliorum. — En noviembre y diciembre del año próximo pasado y en los sitios reparados y húmedos, había bastantes plantas de alfalfa y trébol de carretilla atacadas, produciendo la deformación y desecación de las hojas, cuya cara inferior aparecía de color gris sucio y como si fueran atacadas por acaríneos, aunque no pude nunca observar la presencia de éstos. Los conidios elípticos, refringentes, de color violáceo medían μ 1,8 $\times$ 2,5.

Peronospora effusa. — Pude únicamente observarla en noviembre de 1914 sobre la quinoa y nunca sobre las espinacas cultivadas. Conidios elípticos de color violeta, refringentes, de μ 1,8 $\times$ 2,7.

Peronóspora parasítica. — La encontré sobre plantas de coliflor a fines de noviembre de 1914 y sus daños no eran de consideración. Los conidios ovoideos de color blancuzco, medían μ 2,1 $\times$ 2,7.

Bremia lactucae. — En noviembre de 1914, empezó a hacerse sentir sobre las lechugas y algunas compuestas silvestres, produciendo la desecación rápida de las hojas, pero desapareciendo posteriormente de por sí. Conidio-dióforos y conidiósporos sumamente frágiles y refringentes, estos últimos esféricos y de μ 2,9 de diámetro.

Albugo cándida. — Aparece todos los años sobre crucíferas silvestres, especialmente sobre la mostacilla y mastuerzo, siendo recién el

año próximo pasado que pude notarlo sobre algunas plantas de rábano y nabo guachos. Las mismas plantas sembradas nunca las pude encontrar atacadas.

Albugo tragoponis. — Poco difundido, sólo lo encontré en noviembre de 1914 sobre una compuesta silvestre *(taraxacum)* y nunca sobre el salsifí. Conidios esféricos y cúbicos de μ 1,5.

Ustilago avenae (carbón de la avena). — Todos los años se lo encuentra en los sembrados, alcanzando en algunos, como el próximo pasado, las plantas dañadas hasta un 10 por ciento. Se nota que tanto el carbón de la avena como el del trigo no aparecen nunca en los sembrados guachos y que se dejaron luego semillar para cosecharlos. Los esporos con de μ 0,6 a 0,9 de diámetros.

Ustilago Hordei (carbón de la cebada). — Una que otra planta atacada se nota en los pocos sembrados que de este cereal se hacen en la zona.

Ustilago Tritici (carbón del trigo). — Todos los años aparece en los sembrados cuya semilla fué poco o mal curada y lo mismo puede decirse de la *Tilletia Tritici (carie).* Pocos son los agricultores que sepan curar debidamente su trigo de siembra, empleando unas veces una solución demasiado fuerte o más generalmente muy débil y preparada sin precaución ninguna. Generalmente y para ganar tiempo disuelven el sulfato de cobre (vitriolo), en latas de kerosene llenas de agua y calentadas a fuego directo, pudiéndose comprender fácilmente cuál será el producto resultante de la acción del sulfato de cobre sobre el fierro de la lata. Curado el trigo en bolsas llenadas en su mitad o tercera parte son luego colocadas sobre una chapa de zinc más o menos oxidada, que sirve de escurridero del exceso de líquido que vuelve a la tina, líquido que en lugar de ser sulfato de cobre solamente, resulta formado de una mezcla compleja y con un color indefinido, tirando más al rojo que al azul; y luego pretenden conseguir buenos resultados con la curación. En estas condiciones el que consigue curar su trigo, es únicamente aquel que empleando un exceso de sulfato de cobre, compensa por este medio los desdoblamientos o reducciones que sufrirá, quedando así en solución siempre una cantidad suficiente de sulfato de cobre para destruír los esporos de carbón y carie. En esta zona con el empleo casi general de las cosechadoras para la recolección, raro es el producto que proveniente de un sembrado infectado, resulte desmerecido (granos con punta negra o sombreada), desde que para la época en que aquellas se pueden emplear satisfactoriamente, las espigas dañadas de carbón se han deshecho

casi por completo, no quedando más que el raquis y las con carie dejan en libertad los granos enteros o muy poco partidos y arrojados en su mayoría fuera de la máquina por la acción del ventilador. Al respecto las cosechadoras ofrecen una ventaja indiscutible sobre las trilladoras, desde que en éstas aun impidiendo el paso del cereal por el denominado « Chancho », siempre dan un producto sujeto a desmérito en la plaza por el color y olor especial que toma el grano.

Ustilago bromivora. — Hace su aparición todos los años con más o menos intensidad sobre la cebadilla del país.

Tilletia tritici (carie). — Valga lo dicho para el carbón del trigo.

Puccinia graminis Tritici (polvillo ó rulla negra). — Todos los años aparece, pero en los únicos que ha dejado tristes recuerdos fueron 1911 y 1914; es decir, años húmedos y de inviernos suaves. Pude sin embargo notar que en todos los casos fué siempre en los sembrados tardíos que más hizo sentir sus efectos o arrebatándolos de golpe, como sucedió en 1911, después de dos o tres días de neblina que sobrevinieron a principios de diciembre o bien disminuyendo la superficie foliar clorofílica de elaboración, como sucedió en 1914, dando en todos los casos como consecuencia : 1° la obtención de trigos flacos, chuzos, que en 1911 no llegaron a pesar ni 70 kilogramos el hectolitro, mientras los trigos sembrados temprano alcanzaron hasta 83,600 como tuve ocasión de comprobarlo repetidas veces, y 2° trigos de paja floja y cuyas espigas se arrancaban con suma facilidad, de allí que atoraran continuamente el peine de las cosechadoras.

En 1914 el polvillo tuvo una intensidad tal que hacía temer sobre la calidad del producto, pero las fuertes heladas del 3, 4 y 5 de noviembre si bien perjudicaron bastante a los sembrados tempranos tuvieron en cambio como resultado la desaparición casi completa del polvillo, el que no volvió a aparecer sino en diciembre; es decir, cuando bien poco daño podía hacer y fué así como la diferencia de peso por hectolitro entre los trigos tempranos y tardíos, apenas si alcanzó a $5^{kg}8$ por hectolitro.

Soros de uredósporos alargados, abiertos, de color marrón, de 1 a 8 milímetros de largo y ubicados sobre ambas caras de la lámina foliar, pero de preferencia sobre la superior y sobre las vainas de las hojas inferiores. Esporos esféricos u ovoideos, equinulados de 2,4.

Soros de teleutósporos abiertos, alargados, hasta dos centímetros de largo, de color negro y ubicados sobre los tallos, cara inferior y vainas inferiores de las hojas. Teleutósporos alargados de μ 4,5 a 4,8

de largo por μ 1,8 de ancho, con pedicelo adherente de μ 4,2 de largo y sin paráfisis.

¿Existe huésped intermediario en el país? Aun cuando por los últimos estudios realizados no sería indispensable desde que se comprobó que los uredósporos mismos pueden servir de propagación de un año para otro, creo sin embargo que en el país existe huésped intermediario, aunque no debemos a éste buscarlo en la familia de las Berberídeas.

Puccinia graminis Avenae. — Este polvillo se lo encuentra acompañando casi invariablemente a la *Puccinia coronata* y tan íntimamente mezcladas que resulta difícil determinar a cual de las dos se debe atribuír mayor daño, aunque no hay la menor duda que en años como el próximo pasado es la segunda la que predomina casi exclusivamente, comprobándolo el hecho que son sus teleutósporos los únicos que se forman y encuentran. Ésta presenta los soros de uredósporos de 7 a 8 milímetros de largo, anaranjados y ubicados sobre las dos caras de las hojas, pero abriéndose sobre la inferior por hendedura estrecha. Esporos ovoideos, equinulados, anaranjados, de μ 1,9 × 2,4. Los soros de teleutósporos forman pústulas alargadas, negras, sobre las vainas de las hojas principalmente y menos sobre las láminas encontrándose rodeando a menudo los soros de uredósporos. Teleutósporos sin pedúnculo y en cuyo extremo libre presentan cuatro o cinco dientes romos, formando corona; miden μ 1,2 a 1,5 × 4,5.

Puccinia graminis Secalis. — En los pocos sembrados de centeno que anualmente se forman en la zona, pude encontrar este polvillo sólo en años muy húmedos, como el 1911 y 1914.

Soros de uredósporos sobre la cara superior y extremidad de las vainas de las hojas, hasta de dos milímetros de largo y confluentes a veces, de color anaranjado obscuro, abriéndose en seguida; uredósporos equinulados, ovoideos o elípticos de μ 2,1 × 2,4.

Soros de teleutósporos de color negro sobre las vainas de las hojas inferiores principalmente; teleutósperos sin paráfisis ni pedicelo, de extremidad cónica mirando lateralmente; miden μ 0,9 × 4,5.

Puccinia graminis Hordei. — Valga lo dicho para la anterior, por lo que se refiere a su difusión.

Puccinia bromina. — En la cebadilla del país produce soros de uredósporos alargados, confluentes (hasta 5 mm. de largo) sobre la cara superior y vaina de las hojas, de color café y abriéndose muy pronto. Uredósporos elípticos u ovoideos de μ 2,1 × 2,4.

Soros de teleutósporos sobre las vainas y cara inferior de las ho-

jas, de color negro, lineares, hasta 5 milímetros de largo. Teleutósporos sin paráfisis ni pedicelo, alargados, de μ 1,5 × 5,1 a 6,3.

Puccinia coronata Lolii. — Los soros de uredósporos los encontré sobre las dos caras de la lámina foliar del ray-grass del país, presentándose alargados, vesiculosos, de color anaranjado, abriéndose tardíamente. Uredósporos esféricos u elípticos, refringentes, anaranjados; miden 1,5 a 1,8 × 1,5. Teleutósporos no tuve ocasión de observarlos.

Puccinia Pruni-spinosae — Sobre las plantas de duraznero observé por primera vez esta rulla el año último en bastante cantidad. Sólo pude encontrar soros de uredósporos y no de teleutósporos, formando aquéllos pústulas de color marrón sobre la cara inferior de las hojas: esporos rodeados de paráfisis claviformes y midiendo μ 2,1 × 2,4.

Puccinia Allii. — Apareció por primera vez sobre las plantaciones de ajo a fines del año próximo pasado y sin adquirir una gran intensidad de desarrollo. Los soros de uredósporos de color anaranjado se presentan sobre la cara inferior de las hojas, de forma redondeada y recubiertos por la epidermis, miden dos o tres milímetros. Uredósporos de forma irregular, sin paráfisis, midiendo μ 2,1 × 2,4.

Los soros de teleutósporos de forma igualmente redondeada o ligeramente alargada, forman pústulas negras con epidermis intacta, sobre la cara inferior de las hojas. Teleutósporos pediculados, de extremidad cónica midiendo μ 2,4 × 5,4.

Puccinia Malvacearum. — Aparece todos los años sobre la malva silvestre adquiriendo un considerable desarrollo en los meses de noviembre y diciembre.

Uromyces Fabae. — Adquirió esta especie y por primera vez un considerable desarrollo durante la primavera del año último, especialmente sobre las plantaciones sembradas algo tupidas y que se fueron en consecuencia en vicio. Soros de uredósporos formando pústulas marrón sobre las dos caras de las hojas, abiertos y pulverulentos en seguida y de uno á tres milímetros. de diámetro. Uredósporos ovoideos o elípticos de μ 2,4 × 2,7.

Los soros de teleutósporos son de color más obscuro que el de los uredósporos y dehiscentes longitudinalmente. Los teleutósporos, unicelulares, ovoideos, pedicelados, miden μ 1,8 × 3.

Uromyces betae. — Apareció el año próximo pasado sobre la acelga y únicamente sobre la variedad *blanca de penca ancha,* que por ser más tierna fué más fácilmente atacada. No se notó sobre la remolacha.

Soros de uredósporos con las mismas características de la anterior. No pude encontrar teleutósporos.

Phragmidium subcorticium. — Sobre las rosas aparece todos los años formando soros de uredósporos anaranjados, sobre la cara inferior de las hojas y midiendo de uno a tres milímetros. Uredósporos elípticos u ovoideos de μ 1,5 × 2 y rodeados de paráfisis alargadas y arqueadas. Soros de teleutósporos puntiformes, con esporos salientes, como pelos de color marrón obscuro; teleutósporos fusiformes con pedicelo abultado en su base y formados de seis células generalmente.

Melampsora populina. — Pude únicamente observar pústulas de uredósporos de color marrón de dos a cinco milímetros sobre las hojas de álamo carolina y a fines de febrero del corriente año.

Exoascus deformans. — Salvo años de secas excepcionales, como en 1910 y 1913, en todos los demás se nota su presencia causando en algunos como el próximo pasado daños de consideración y siendo conjuntamente a la *Puccinia Pruni spinosae,* el causante de la caída total y prematura de las hojas de los duraznos. Tratamientos preventivo o curativo en la zona no se llevan a cabo por desconocerlos por completo.

Pseudopeziza medicaginis. — Sobre el trébol de carretilla y la alfalfa, aparece todos los años formando pústulas más o menos abundantes durante la primavera. Ascos de μ 0,9 × 0,6 conteniendo ocho ascósporos hialinos, ovoideos de μ 0,3 × 0,6 y rodeados de paráfisis filiformes abundantes.

Erisiphe graminis. — Únicamente pude encontrarlo sobre la Cebadilla del país, formando sobre la cara inferior de las hojas una cubierta algodonosa, de color blanco grisáceo primero y que se vuelve más obscura luego y con pequeños puntitos negros (peritecios). Conidióforos alargados, dando origen a conidios elípticos, prismáticos, de μ 1,2 × 3 hialinos y unidos en cadena. Peritecio marrón obscuro reticulado a su superficie y provisto de fulcros cortos y poco visibles.

Cercospora beticola. — Todos los años aparece sobre acelgas y remolacha formando manchas redondeadas en las hojas; de contorno marrón, rodeando un tejido completamente seco, que es más obscuro hacia el centro, donde suele haber fructificaciones de color violado obscuro. El diámetro de éstas manchas varía desde dos metros hasta dos centímetros. Los conidióforos agrupados en pincel terminan cada uno por un cónidio hialino de μ 0,9 × 1,5.

Septoria petroselini. — Muy difundida sobre el apio y perejil pro-

duce manchas que se parecen mucho a las precedentes, excepción del contorno violado que no lo tienen.

Coryneum Beyerinckii. — Apareció a fines del año próximo pasado sobre los damascos y duraznos en bastante cantidad.

Glaeosporium ampelophagum ó Sphaceloma ampelinum (Antracnosis de la vid). — Apareció por primera vez a principios del corriente año y su acción se redujo a la formación de chancros pequeños, en la extremidad tierna de los sarmientos, así como en las hojas terminales; en otras partes de las plantas no pude encontrar indicios de esta enfermedad.

Colletotrichum Lindemuthianum. — Aparece de vez en cuando sobre algunas chauchas de poroto y haba, formando verdaderos chancros de color marrón que producen la destrucción de los tejidos hasta llegar a los granos y aun carcomiendo a éstos, rodeados de un borde saliente; pero no estando difundida la enfermedad no tiene hasta el momento mayor importancia.

R. RENACCO.

Buenos Aires, 15 de septiembre de 1915.

JUICIO CRÍTICO Y APLICACIONES

DE LAS

AGUAS DE LA FORMACIÓN PAMPEANA

INVESTIGACIÓN QUÍMICA

Por el doctor FRANCISCO AURELIO MAZZA
Profesor suplente de química agrícola de la Universidad Nacional
de Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

La ubicación de las aguas pampeanas, como tipo especial, en el cuadro de composiciones químicas de las aguas del país es, sin duda, un problema de no fácil solución. Sus características dejan de serlo en la mayoría de los casos, por circunstancias particulares que las modifican fundamentalmente, despojándolas del sello original que las diferenciaría de las restantes, si fuera posible la existencia del verdadero tipo de agua pampeana. La participación de numerosos factores contribuyen para que el agua que habita el terreno de formación pampeana no sea de una composición definida, neta.

Por tanto, será menester al ocuparnos de ella en los distintos capítulos, tener en cuenta las circunstancias que pueden haber influído sobre su composición, haciendo como se ha hecho, divisiones en diversos tipos ; unos que se acercan a lo que sería un agua pluvial recibida directamente por el terreno pampeano, y otros que se alejan de la composición de ésta. En ambos casos estaremos en presencia de aguas pampeanas y sin embargo su composición diferirá en absoluto.

Gran parte de nuestras llanuras están constituídas, en la capa terrestre más próxima a la superficie del suelo, por un terreno de constitución geológica especial, que guarda alguna analogía con cier-

tas formaciones europeas; este terreno, al que se le ha designado con el nombre de loes pampeano, es el que encierra en sus infinitamente pequeños insterticios, el agua a que se refiere este trabajo. Por este motivo, las aguas pampeanas ocupan una zona subterránea muy vasta en la República Argentina, y la realización de su investigación completa no sólo requerirá un trabajo inmenso, sino que sería imposible practicarla en un espacio de tiempo que no comprendiera un considerable número de años. Esta es la razón por la cual no me será posible dedicarme a todos los puntos del país, concretándome a hacer consideraciones de conjunto sobre las aguas pampeanas de la República Argentina, prestando preferente atención a las de la provincia de Buenos Aires, que conozco mejor por haber realizado estudios durante varios años, mientras ocupaba el cargo de jefe de la oficina química de la Dirección general de salubridad.

Como se han hecho muy pocas publicaciones respecto a la composición y análisis de las aguas pampeanas de otras regiones de la república, me concretaré a transcribir los que encuentre publicados en algunos trabajos oficiales y los que he conseguido gracias a la amabilidad de los señores jefes de las oficinas que disponen de datos que guardan relación con el tópico.

Sería, para el país, de gran interés conocer la composición química de las aguas subterráneas y del suelo por ellas habitado; pero esto será obra de mucho tiempo, si no imposible, pues hay que tener en cuenta la enorme extensión de nuestro suelo y las diferencias que presentan las distintas capas terrestres a profundidades variables, lo que complica el trabajo analítico, que resulta complejo y largo hasta para el caso particular de una sola perforación.

En nuestro territorio varía la calidad y composición de las aguas, no solamente a distintas profundidades sino a distancias reducidas: Es curioso observar, y ésto ocurre con frecuencia, el caso de que el agua de un pozo o perforación abierto en un punto determinado difiera totalmente del agua de otro, ubicado a pocos pasos del primero, aunque ambos tengan la misma profundidad. Este ejemplo, que se repite a cada momento en todos los lugares de nuestro subsuelo, da una idea de la complicación del sistema hidrológico del país y de la dificultad que existe para hacer estudios de índole general.

Cada pedazo de tierra de este vasto territorio constituye todo un sistema geológico particular, teniendo al respecto sus características; no es posible, por tanto, cuando se hacen análisis de muestras de

aguas de distintos puntos, dentro de una determinada zona, pretender abarcar a la zona entera, puesto que en otros sitios comprendidos dentro de la misma, regirán condiciones diferentes, que más de una vez podrían ocasionarnos sorpresas.

Hé aquí expuestas, a grandes rasgos, las causas que explicarán las deficiencias que puedan observarse en este trabajo. Hecho esto, explicaré la forma como lo he encarado.

Teniendo en cuenta que estas aguas habitan el loes pampeano, he hecho en la primera parte una ligera exposición sobre dicha formación, valiéndome de las ideas del malogrado sabio argentino don Florentino Ameghino, del doctor S. Roth, y de Burckhart y Lehmann-Nitsche, reuniendo una serie de datos, que, creo, satisfacen las exigencias de este estudio. De este modo, se puede llegar a formar una idea clara sobre la procedencia de los constituyentes del agua pampeana, cuando se trata de líquidos que han llegado a dicho terreno sin llevar en disolución elementos salinos extraños.

Figuran en la misma parte varios perfiles de dicha formación, así como algunos cuadros analíticos de la misma, cuyo objeto ha sido el de completar los datos anteriores, con el conocimiento de la composición química de algunas muestras de loes pampeano y la demostración gráfica de la forma como están dispuestas, en el subsuelo, las distintas capas de loes.

En la parte segunda se estudia la influencia de las aguas sobre los elementos que constituyen el pampeano y las consecuencias para ellas, siendo esta explicación la que nos da la razón de la composición que presentan las aguas subterráneas, particularizadas en este caso, con las que tienen origen en la formación pampeana.

Dicha parte comprende, también el estudio de los procedimientos de análisis, físico y químico, de las aguas en general, no habiéndolas considerado en una forma particular a causa de que no es menester, para las de origen pampeano, el empleo de métodos especiales. Como los elementos que ellas contienen están de igual modo contenidos, a distintas dosis, en las demás aguas, no ha habido necesidad de hacer ninguna observación particular; solo que, dada la variabilidad de los componentes en cuanto a la cantidad, en unas conviene utilizar ciertos métodos desechables para otras; pero, repito, nada nuevo hay que decir con respecto al análisis químico.

Al mismo tiempo se ha comprendido en la segunda parte el estudio de la composición química y caracteres físicos, lo que se ha hecho observando las composiciones y aspectos de las aguas cuyos análisis

he practicado personalmente, así como de aquellas que he obtenido por diversos conductos.

En la parte tercera se hace el juicio crítico de su aplicabilidad, teniendo en cuenta la composición. Se comienza por considerarlas desde el punto de vista de su aplicación como alimento, haciendo distinción en dos categorías: aguas químicamente potables y aguas no potables. Entre estos dos extremos intercalo un grupo de aguas pampeanas que por su composición química no entrarían en una forma absoluta entre las aguas potables; pero que, por otra parte, no se alejan mayormente de éstas; a tales aguas, que llamaré *tolerables,* podrá utilizárselas como bebida en aquellos puntos donde sean escasas las aguas potables. Ya en el congreso de medicina e higiene reunido en esta capital en mayo de 1910, se trató el asunto en esta forma y se aceptó cierta tolerancia para las aguas de aquellos puntos donde las potables no sean las más frecuentes. Es natural que las aguas tolerables deben diferir en poco de los límites propuestos para las aptas para la alimentación.

En la misma parte se estudia el efecto de las aguas pampeanas sobre la vegetación. Aquí también hay que señalar acciones diferentes según que el agua sea poco o fuertemente mineralizada, señalándose asimismo las diferencias que existen entre la acción de las distintas sales. Las primeras tienen sobre las plantas una influencia óptima, que se hace desfavorable para su desarrollo cuando se trata de aguas muy mineralizadas. Se entiende, entre estas últimas las hay también que pueden ser útiles al buen desarrollo de las plantas.

La aplicación de las aguas de origen pampeano como bebida para el ganado, ha sido comprendida, igualmente, dentro de la parte tercera, haciéndose notar la tolerancia de algunos animales para ciertas aguas mineralizadas, y el efecto pernicioso que producen cuando el contenido salino se eleva a cantidades muy elevadas.

Finalmente, se ha estudiado la aplicación de dichas aguas con fines industriales, el efecto en calderas y someramente en industrias diversas. Dada la amplitud que abarcaría esta parte si se pretendiera tratarla en una forma completa, no ha sido posible incluír en ella todo lo que guarda relación con la industria, porque entonces habría habido que hacer, comprendiendo a las distintas industrias conocidas, una interminable exposición sobre las consecuencias, favorables o no, del uso de aguas pampeanas de distinta composición. Entiendo que en el momento actual lo que más interesa a los industriales del país es

conocer el efecto que su empleo produce en las calderas, y en tal sentido he orientado la última parte de la que nos ocupa.

Considerando de utilidad conocer la relación que existe entre la composición de las aguas de origen pampeano y las de otra procedencia, he expuesto en la parte IV algunas observaciones que muestran las semejanzas y diferencias que guardan unas con otras y que explican, además, cómo no es fácil ni posible conocer, si se tiene en cuenta solamente la composición química, el origen geológico de un agua cualquiera.

Por último, en la parte V se inscriben las conclusiones derivadas de las observaciones que preceden.

PRIMERA PARTE

FORMACIÓN PAMPEANA. CARACTERES DEL PAMPEANO COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL LOES PAMPEANO

CAPÍTULO I

FORMACIÓN PAMPEANA

A pocos centímetros de la superficie terrestre, debajo de la tierra vegetal, de los médanos, de los bancos marinos de la costa y de las antiguas lagunas desecadas, aparece la formación pampeana con sus colores amarillo y pardo característicos.

Esta formación ocupa una considerable extensión de nuestro país, que se aproxima a la enorme cifra de 25.000 millas geográficas, pudiendo compararla a un plano inclinado de oeste a este, que nace casi al pie de la Cordillera de los Andes y ocupa, luego, gran parte de nuestro subsuelo, yendo a terminar, por decirlo así, en las costas mismas del mar.

Esta formación recuerda, por su composición y aspecto, al loes de Francia y de Bélgica, donde es conocido con el nombre de *loes ergeron;* se encuentra una formación semejante en toda la Europa septentrional, donde es conocida bajo el nombre de *loes* o *lehm* y en Chi-

na, donde constituye la llamada tierra amarilla, cuyo espesor llega, en algunas partes, a la enorme cifra de 500 metros.

En nuestro país generalmente el espesor del terreno de formación pampeana es menor que el expresado, no obstante llegar, en algunos casos, hasta profundidades considerables, como ocurre en San Pedro, provincia de Santiago del Estero (F. C. C. A.), donde en una perforación practicada por la Dirección de geología y minas de esta capital, se encontró una capa de loes de 441 metros de espesor, cifra que se aproxima bastante a la indicada para la China. Pero donde la potencia del terreno de dicha formación llega a medidas gigantescas es en la provincia de San Luis, donde en las perforaciones prácticadas en «Beasley» y en «El Balde» se ha encontrado loes desde la profundidad de 52 metros hasta 977 en el primer caso y desde la de 66 metros hasta 650 en «El Balde», lo que corresponde a espesores de 925 y 585 metros respectivamente, siendo de observar que es probable que no hayan terminado en dichos puntos puesto que parece no haberse seguido las perforaciones hasta más de mil a mil treinta y cinco (1000 a 1035) metros, en cuyo caso podríamos afirmar que en nuestro país la formación pampeana llega a tener, en algunos puntos, más de 1000 metros de espesor.

En cambio, en otros puntos apenas si se nota la presencia de una pequeña capa de algunos centímetros o pocos metros de espesor, como sucede en el kilómetro 815 en Mendoza, donde desde la superficie del suelo hasta la profundidad de 6 metros el terreno está constituído por arena feldespática gris amarillenta; de esta profundidad hasta $6^{m}80$ está representado por loes en un espesor que no pasa de 80 centímetros. Después de esta formación siguen, nuevamente, arena feldespática y otras calidades de tierras, sin que vuelva a aparecer el loes hasta el término de la perforación, que excedió de 600 metros.

Una cosa muy semejante se nos presenta si observamos una perforación practicada en Gualeguay, provincia de Entre Ríos (véase perfil nº 2), en este punto se nota la presencia de terreno de formación pampeana en la misma superficie del suelo, llegando hasta una profundidad de 45 centímetros, después de la cual aparece una capa de arcilla amarillenta que se alterna con arena de cuarzo, marga, etc., sin volverse a encontrar con nuevas capas de loes.

En el lote número 26 de Córdoba el loes llega hasta la profundidad de 30 metros, después de la cual no aparece hasta el fin de la perforación. En colonia Caroya, de la misma provincia, se ha practicado

una perforación hasta la profundidad de 320m50, habiéndose atravesado terreno de formación pampeana en un espesor de 5 metros, a partir de la superficie terrestre (véase perfil nº 13).

Otro ejemplo semejante se tiene en Tucumán, en la región conocida con el nombre de Paja Colorada. En dicho punto la formación pampeana ocupa un espesor de 13 metros aproximadamente, a partir de 60 centímetros después de la superficie del suelo.

En los puntos mencionados nos encontramos con capas que ocupan un espesor muy reducido; pero en otras regiones el loes pampeano no aparece en absoluto, lo que hace creer que no existe, por lo menos hasta las profundidades adonde llegan las máquinas perforadoras que se han utilizado. Así ocurre en muchos puntos del país, pudiendo referirnos aquí a los siguientes, que nos darán una idea clara de la constitución geológica de dichas regiones: Gallinas (Córdoba), Escuela Benítez (Chaco), Las Higueras (Mendoza), punto estudiado hasta los 110 metros de profundidad; Capiasuti (Salta), perforado hasta los 239 metros aproximadamente; Cortadera (Mendoza), donde se ha llegado hasta 641 metros sin haber encontrado terreno de la formación pampeana; en Ombucta (Buenos Aires), lugar en que no aparece el pampeano ni a los 861 metros, fin de la perforación.

La variabilidad de la formación se observará mejor teniendo en cuenta las diferentes potencias de la capa de formación pampeana en las distintas regiones del país (1). En efecto, en Villa Alberdi, provincia de Tucumán, el loes pampeano abarca un espesor de 250 metros; en Salas (Córdoba), la potencia alcanza a ser 37 metros; en Ordóñez (Córdoba), se encuentra loes hasta 100 metros de profundidad, a partir de la superficie del suelo; en General Levalle (Córdoba) hasta 133m90. La perforación hecha en Real Sayana (Santiago del Estero), demuestra que el loes, en ese punto, tiene una potencia de 137m90 y la de Aguaray, en Salta, ha dado, para el loes, un espesor de 127m65. En San Huberto (La Pampa), el pampeano tiene una potencia de 272m45, mientras que en Saladillo (Buenos Aires) el terreno de misma formación tiene 107 metros de espesor.

Como se ve, la formación pampeana no es una masa de terreno de un espesor determinado, sino que varía desde algunos centímetros hasta cerca de 1000 metros, lo que da lugar a creer que han mediado factores sino distintos, por lo menos de distinta duración. Por lo pron-

(1) La falta de tiempo ha impedido publicar copia de la mayor parte de los perfiles que acompañaron a esta monografía.

to, sábese que esta formación es de las más recientes, no obstante lo cual no se han omitido discusiones sobre su edad y origen.

En lo que a la primera se refiere, la diversidad de juicios mantiene abierto el campo de la controversia, habiendo también sobre el segundo varias opiniones, entre las cuales las más fundadas serían dos: una que considera a la formación pampeana como la consecuencia del depósito abandonado por el agua del mar al evaporarse, y la otra que admite la intervención de un determinado número de fenómenos terrestres: lluvias, vientos, depósitos formados por diversos factores de mismo origen, etc.

Esta última hipótesis (terrestre) es la que cuenta con mayor número de partidarios, quienes, dentro del mismo orden de ideas bifurcan sus opiniones, apartándose no del fondo mismo de la cuestión, sino en cuanto a los factores que intervienen, pues mientras unos admiten la intervención de un solo principio, otros admiten la de varios, pudiéndose citar entre los primeros a Bravard y a Richtofen como partidarios del origen eólico del terreno pampeano, y a Burmeister que es de opinión de que el terreno de referencia ha sido formado por la contribución del factor agua: inundaciones y frecuente repetición de las lluvias.

Ameghino opina que el origen del pampeano estuvo en la acción combinada del viento, agua y fuerzas subterráneas, y el doctor Roth que la existencia de los terrenos de formación pampeana no son otra cosa que la consecuencia de la acción conjunta del agua, viento y vegetación (1).

Desde luego, las opiniónes de los dos geólogos últimamente citados no difieren entre sí más que en parte, coincidiendo en lo que a la contribución del viento y del agua se refiere. Por otra parte, ofrecen sobre las demás hipótesis citadas la particularidad de ser mixtas, es decir, que admiten la intervención de varios agentes, cualen son: agua, viento, fuerzas subterráneas, vegetación, etc.

En realidad, puédese afirmar que no está categóricamente comprobado, hasta la fecha, el origen de la formación pampeana, si bien las teorías de Ameghino y de Roth parecen ser las que más se acercan a la realidad.

El fin que este trabajo se propone impide que se haga un estudio detenido de las numerosas hipótesis lanzadas en favor de diversas

(1) *Revista del Museo de La Plata,* tomo XIV, publicación de los doctores Burckhardt y otros.

teorías sobre el origen de la formación pampeana, puesto que debiendo estudiar en él «las aguas pampeanas» no corresponde dar a la parte geológica, que necesariamente hay que mencionar, mayor extención que la que se refiere a una ligera enunciación de las opiniones vertidas sobre su edad, origen y caracteres físicos y químicos de los terrenos que constituyen dicha formación.

Hecha esta observación, podemos dividir la formación pampeana, con Ameghino, en las siguientes partes, denominadas: formación pampeana superior; formación pampeana media, pampeana inferior y finalmente lujanense. Con respecto a ellas el malogrado sabio dice, entre otras cosas (1):

Piso pampeano inferior o ensenadense. — Desgraciadamente esta subformación está en todas partes cubierta por las capas superiores que la ocultan al observador y dificultan su estudio. Sólo en uno que otro punto aparece a la vista la parte superior, particularmente en el municipio de Buenos Aires, en donde está representada por las toscas del fondo del río, y en la base de las barrancas del Paraná, en la provincia de Buenos Aires.

Como composición, el pampeano inferior es casi idéntico al superior, pero es mucho más compacto, debido sin duda a la gran presión de las capas superiores, y con una abundancia mayor de tosca. Un carácter que distingue muy fácilmente esta subformación de las superiores, es la existencia de una considerable cantidad de concreciones que, a primera vista, parecen de igual naturaleza a las concreciones calcáreas del pampeano superior, pero que examinándolas con más detención se percibe pronto que predomina en ellas el elemento siliceo.

Existen en algunos puntos depósitos verdoso-amarillentos con impresiones de moluscos de agua dulce y de vegetales, vestigios de antiguas lagunas de esa época.

La parte superior del pampeano inferior está limitada por una formación marina, que en otros puntos deja lugar a depósitos lacustres que se internan en el interior de la provincia.

Parece, según el mismo, que hacia la mitad de la formación pampeana inferior hubo un descenso del suelo que dió lugar a que las aguas del Atlántico ocuparan una gran parte de la provincia de Buenos Aires; pero retirándose luego, dejaron los grandes depósitos marinos de la parte superior de la subformación pampeana inferior, que es de origen absolutamente fluvial y subaéreo.

Piso pampeano medio o belgranense. — Parece que después de formado el pampeano inferior hubo un nuevo descenso del suelo que dió lugar a la re-

(1) *Actas de la Academia nacional de ciencias de Córdoba*, página 29, 1889.

petición de la entrada de las aguas del océano, que al retirarse dejaron restos de conchas marinas, que se encuentran hoy en el interior de las tierras a muchos metros de profundidad, debajo de la arcilla roja, más abajo todavía que el nivel de las aguas subterráneas, por cuyo motivo no alcanzan hasta ellos los pozos de balde ordinarios.

El descenso continental, ha sido forzosamente acompañado por una interrupción de las corrientes de agua de entonces, que se estancaron en la parte inferior de su curso, formando grandes lagunas que se llenaron poco a poco de sedimentaciones lacustres, que empiezan en el interior de las tierras en donde concluyen las formaciones marinas, y aparecen a menudo a la vista en el lecho de ciertos ríos de cauce profundo, como el de Luján y el de Arrecifes.

En Córdoba (sierra de) el pampeano medio está representado por una serie de capas de guijarros interpampeanos, cubiertos en partes por los estratos de la formación pampeana superior.

Piso pampeano superior o bonarense. — Concluída la formación media, el continente sufrió un movimiento ascensional, seguido de grandes sacudimientos que dislocaron los sedimentos más antiguos; los depósitos marinos fueron barridos.

En el seno de la subformación abundan los depósitos de carácter lacustre, verdoso-amarillentos con conchas de moluscos de agua dulce, e impresiones de vegetales...

Pero lo que más llama la atención, es la abundancia de depósitos de ceniza volcánica, de origen pumiceo que se encuentran en todos los puntos de la República, en donde está desarrollada esta subformación.

El pampeano rojo superior, sólo se distingue del inferior, aparte la estatigrafía y la fauna distinta que contiene, por tener en general una menor proporción de cal y una cantidad mayor de arena, aunque en ciertos puntos también contiene grandes depósitos de tosca; sin embargo, en general puede decirse que es menos compacto y menos coherente que el pampeano inferior, y constituído por una masa de elementos más pulverulentos.

Piso pampeano lacustre o lujanense. — Con el fin de la época de la formación del pampeano rojo superior, la llanura alcanzó el máximo de su elevación sobre el océano, que era término medio unos 30 metros mayor que en la actualidad; las aguas pluviales corriendo de las lomas a los bajos, y siguiendo luego por las partes más bajas del terreno hacia el océano, empezaron a denudar profundamente la superficie del suelo de la llanura argentina, cavando en él las grandes hoyas, cañadones y depresiones en cuyo fondo han formado su cauce las corrientes de agua actuales de la Pampa...

El fin de esta época de erosión fué el principio de un descenso gradual del continente; las aguas cesaron de correr con fuerza de los terrenos altos a los bajos, y acentuándose más el descenso, los ríos interrumpieron su curso, estancándose las aguas en forma de lagunas a lo largo de sus cauces, y en el fondo de esas lagunas empezaron a formarse con suma lentitud depó-

sitos de lodo, que sirvieron de tumba a la gigantesca y maravillosa fauna de edentados extinguidos de la Pampa.

Estos depósitos constituyen el llamado pampeano lacustre.

Otros han querido distinguir dos únicas divisiones, basándose en el color de los terrenos que lo constituyen; estos serían: *loes amarillo* y *loes pardo*. En realidad, el loes amarillo y el loes pardo no son otra cosa que el superior y medio, respectivamente, de la otra división, y el loes inferior sería considerado por los partidarios de la división en dos clases de terrenos, como arcilla roja de la formación guaranítica. Pero es de creer con C. Ameghino, que la clasificación basada en colores no deja de carecer de un carácter verdaderamente científico. Por lo pronto, entre los distintos tipos de loes los hay desde la coloración amarillo-clara hasta la pardo rojiza o simplemente roja, comprendiendo toda la gama de colores intermediarios, cuya distinción entre unos y otros es bastante difícil, de tal modo, pues, que al realizar el estudio de un perfil cualquiera, se observará, no dos únicos colores característicos, de fácil distinción a simple vista sino que se presentará un serio problema por resolver: ¿dónde termina el loes amarillo? ¿cuándo comienza el loes rojo? y ante la duda que origina semejante diversidad de tonos, quedará incierta la verdera línea divisoria.

Por tales razones, es más aceptable la división en la forma como lo hace Ameghino, en que cada una de ellas se funda en circunstancias especiales, características para cada caso.

Sobre las características físicas y químicas de estas formaciones volveremos a ocuparnos más adelante; por ahora entraremos a tratar, con brevedad, la cuestión relativa a la edad de la formación pampeana.

Tanto o más que la cuestión origen se ha discutido la referente a la edad de la formación pampeana, sin llegar, como ha ocurrido con el origen, a precisar épocas, dando también margen a la controversia, que se mantiene hasta el presente.

A esta diversidad de juicios se debe que Burmeister y Steimann ubiquen la formación pampeana en el cuaternario (pleistoceno); Cope y Ameghino en el plioceno; Doering y Ihering, en parte en el plioceno y en parte en el diluviano; Roth la ubica en una forma escalonada, que va desde el eoceno hasta el cuaternario. En página 457 de *Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampasformation in Argentinien. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft,*

XL, 1888 (1), Roth se expresa como sigue: « Si es difícil que algún día lleguemos a distinguir los diferentes períodos del terciario europeo en la formación pampeana, podemos admitir, sin embargo, que las capas de esta formación representan toda la serie desde el aluvión hasta el eoceno. La formación de Entre Rios es, ciertamente, la que más se parece al mioceno. Parece, pues, que la formación pampeana media corresponde al mioceno y la formación pampeana inferior (que es dudosa como más arriba lo hemos demostrado) al eoceno, mientras que la formación pampeana superior, que pasa por encima de la capa de *humus*, representa probablemente el cuatenario y el plioceno. »

Con motivo de lo que antecede, Burckhardt y Lehmann-Nitsche, etc., dicen (2): « Estas conclusiones de Roth se basan sobre dos hechos diferentes. De una parte cree haber observado en los alrededores de Paraná, que la formación de Entre Rios (o de Paraná) se intercala entre la formación pampeana inferior y el loes superior, lo que probaria, según Roth, que las capas de Entre Rios corresponden a la formación terciaria de Entre Rios.

« Nosotros no hemos podido estudiar los perfiles que han llevado a nuestro colega a esta conclusiones, de manera que no podemos permitirnos juzgar las bases reales. Sin embargo es bueno hacer observar con Steimann y Borchert, que probablemente Roth ha confundido las arcillas rojas del guaranítico con loes, creando su « formación pampeana inferior » que sería, en este caso un simple sinónimo de la « formación guaranítica ».

« La opinión de Roth se basa además sobre la existencia de un banco marino en medio del loes pardo (o formación pampeana media de Roth), que se observa entre San Nicolás y Baradero, en los alrededores de Tala (San Pedro) ».

Los citados autores, después de estudiar los perfiles de Tala y de Baradero, llegan a la conclusión, que coincide con la de Roth, de que el banco marino de Tala está intercalado entre las capas del loes pardo.

Como Roth en su trabajo agrega que: « En los alrededores de San Pedro se encuentra un banco de ostras cuyas cáscaras se encuentran frecuentemente en el depósito marino de Entre Rios. Hace varios años — cuando no conocía aun la región de Entre Rios — he llevado

(1) BURCKHARDT, *loc. cit.*, *Revista del Museo de La Plata.*

(2) *Revista del Museo de La Plata*, tomo XIV, página 157.

algunas de estas cáscaras a Burmeister, que me dijo que era una ostra de la capa terciaria de Entre Rios.

« Yo no conozco ningún hecho que nos obligue a admitir que la formación de Entre Rios sea más antigua que las capas inferiores de la formación pampeana; por el contrario, tengo pruebas de que la formación de Entre Rios ha sido depositada al mismo tiempo que la formación pampeana media. ¿ Cómo habría podido formarse sino, el banco de ostras mencionado, que se intercala cerca de San Pedro en la formación pampeana media, cerca de la ribera del depósito marino de Entre Rios? Se trata aquí de un gran banco de ostras, intercalado en la formación pampeana media, de la existencia del cual todos pueden persuadirse.

« Burckhardt estudia la relación entre el banco de ostras citado y el yacimiento situado a su frente, al rincón de Baradero y llega a la conclusión de que el esqueleto humano debe ser isócrono con el banco de ostras. Pero agrega que siempre le quedaría por resolver la cuestión edad del banco marino de Tala, lo que hace merced a la cooperación de Ihering y de Steinmann, llegando a admitir que « el banco es relativamente moderno, muy probablemente cuaternario, y por consecuencia, que el hombre fósil de Baradero es probablemente también diluviano. »

Roth ha constatado en el loes fragmentos rojos de diferentes tamaños, que le parecen ser de arcilla quemada y Burckhardt, después de dedicar preferente atención a su estudio, llega a admitir como válidas para las trazas del hombre fósil que se ha conseguido bajo forma de fragmentos de arcilla roja, las mismas conclusiones del yacimiento de los restos humanos de Baradero.

CAPÍTULO II

CARACTERES DEL LOES PAMPEANO

Como dijimos anteriormente, se observan en el loes diferencias de importancia, en cuanto al aspecto de las partes que lo constituyen, notándose coloraciones amarilla, pardo clara y pardo intensa. El loes de color amarillo, que correspondería al loes superior, es una arcilla algo calcárea y arenosa, recorrida en todas direcciones por una serie indefinida de canales, que le dan el aspecto de una masa porosa; su

estructura no es muy sólida (consistente) y se presenta en una forma variable, según corresponda a regiones llanas o montañosas; rara vez se observan en él rastros o señales de estratificación: forma la primera capa después de la zona que corresponde al *humus* y presenta como particularidad el hecho de que se encuentran en él concreciones de tosca (calcáreas); esta particularidad la presenta también el loes pardo.

El loes pardo, medio de Ameghino, es mucho más compacto que el pampeano superior, habiendo desde el tipo de color pardo claro, que casi podríamos llamar amarillo-parduzco, hasta el pardo obscuro, que constituiría el tipo llamado chocolate. Así como el pampeano superior, el loes medio es una arcilla calcáreo-arenosa, atravesada por cantidad de pequeños canales tapizados de negro, y salpicada en partes por manchas negruzcas irregulares.

También dentro del loes medio suele encontrarse tosca y margas verdosas que atestiguan la intervención de las aguas en su formación, siendo tales concreciones calcáreas (toscas) diferentes de las que existen en el loes superior, presentándose a manera de corales compuestos, más ramificadas que las de ésta y reunidas muchas veces en agrupaciones irregulares de una extensión a veces considerable.

Examinando cuidadosamente el loes medio, se observa con alguna frecuencia la intercalación de líneas o partes verdosas o grisáceas, ocupando niveles diferentes, tanto que no es raro encontrar dos o más vetas dentro de un mismo corte o en la misma perforación; esta zonas verdosas o grisáceas están constituídas por una materia arcillosa que presenta, respectivamente dichos colores, y que encierra abundantes restos de moluscos de agua dulce, a los cuales Ameghino denomina con el calificativo de depósitos lacustres.

En páginas 166 y siguientes de la *Revista del Museo,* ya citada, existen algunos dibujos de perfiles de varios puntos de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, de los cuales tomaré algunos, que figurarán con los números: IA, IIA y IIIA; también tomo de los *Anales del Museo Nacional,* el perfil de la bahía Sanguinetti, con el solo objeto de formarnos un juicio exacto, o por lo menos aproximado, de la constitución del suelo en la parte representada por la formación pampeana. A éstos agregaré otros que he obtenido gracias a la amabilidad del ingeniero señor Hermitte, quien me facilitó numerosos perfiles del terreno pampeano y análisis de las aguas correspondientes a diversos puntos del país. Es a ellos que doy principal valor, porque al par que son recientes, condensan el resultado del estudio de perforaciones

practicadas con un fin que coincide fundamentalmente con el que persigue este trabajo, es decir: la obtención de aguas que puedan tener aplicación en el riego, alimentación, en las industrias, etc.; pero como antes o después de llegar a ellas, muchas veces se pasa por una serie de tipos diferentes, aptos unos para la alimentación, e inaptos otros para el mismo uso, he creído conveniente agregar dichas informaciones que completan, evidentemente, el estudio de tales parajes. Naturalmente, en la mayoría de los casos se efectúan las perforaciones hasta más allá del loes pampeano, que se sobrepasa, llegando a profundidades que no tienen relación con el tema que tratamos.

Es lógico suponer, o mejor dicho está probado, y de esto hablaremos con mayor detenimiento más adelante, que la composición de las aguas deberá guardar una estrecha concordancia con la de los terrenos por que atraviesan, siendo, pues, de observar, que las superficiales serán las menos cargadas de los elementos constitutivos del suelo, puesto que es menor el recorrido efectuado, siendo, en cambio, las más profundas, aquellas que contendrán, en iguales condiciones de tiempo, temperatura, calidad de terrenos, etc., la mayor cantidad de elementos en disolución. No quiere decir ésto que toda agua profunda sea más rica en contenido mineral que la correspondiente superficial, puesto que se observa con repetida frecuencia, y he tenido ocasión de comprobarlo muchas veces, para las aguas subterráneas, que a algunas aguas freáticas de composición media correspondían otras de calidad superior a mayor profundidad; ésto es debido a varias circunstancias que no mencionaré ahora, dejándolas para más adelante cuando trate el capítulo correspondiente a la relación entre suelo y agua, también el que se refiere a la composición química y análisis de las aguas pampeanas. Por otra parte, es fácil suponer que las aguas superficiales que atraviesan depósitos de antiguos lagos desecados, lagunas saladas, etc., se cargarán de una gran parte de sales, recorriendo luego terrenos en cuyas profundidades no habrá, muchas veces, aguas que contengan un contenido mineral igualmente elevado.

Me he apartado un poco del punto que estaba tratando obligado por el deseo de hacer notar, con claridad, la importancia que a mi juicio tiene el conocimiento de las condiciones geológicas de un suelo cuyas aguas se desea estudiar, pues, como he dicho, entre suelo y agua existe una relación tan netamente marcada, que no es posible ocuparse de esta última sin tener en cuenta la composición de aquél.

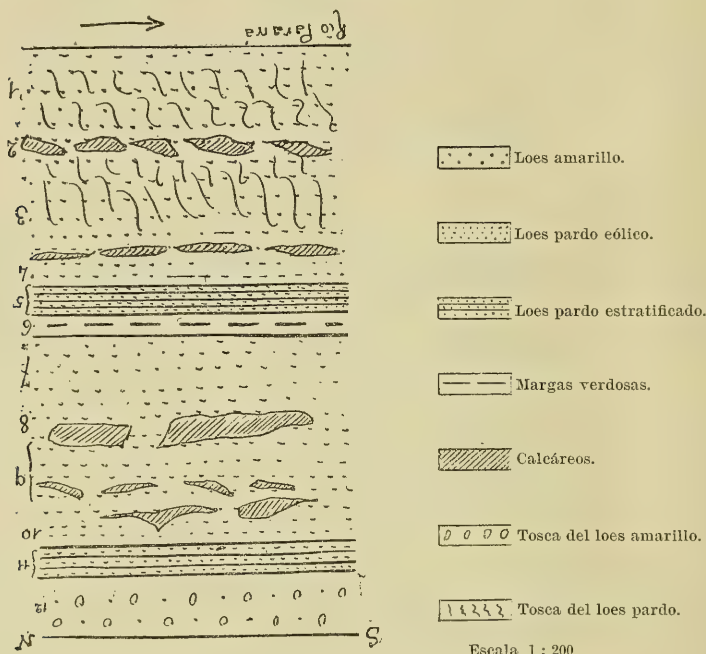
Veamos algunos perfiles de la formación pampeana en diversos puntos del país:

Perfil 1 A. — Esta parte atraviesa toda la barranca desde el nivel de la ciudad de San Nicolás hasta los bordes del río Paraná.

La explicación del corte es la siguiente:

1° Loes pardo, de color chocolate, con toscas de aspecto de coral diseminadas en su masa; espesor 2 metros;

2° Concreciones calcáreas, que forman un banco en el loes número 3; tiene algunos centímetros de espesor;



Perfil 1 A. — San Nicolás (provincia de Buenos Aires)

3° Loes pardo típico, bastante compacto, teniendo muchas toscas delgadas y ramificadas, formando un espesor de dos metros;

4° Masas calcáreas aisladas, que forman un banco de algunos centímetros;

5° Loes pardo bastante obscuro, de color chocolate y conteniendo partes negruzcas irregulares, bien estratificadas; 50 centímetros;

6° Margas verdosas, a menudo negras en la superficie y generalmente grumosas y poco consistentes;

7° Loes pardo, eólico, 1 metro;

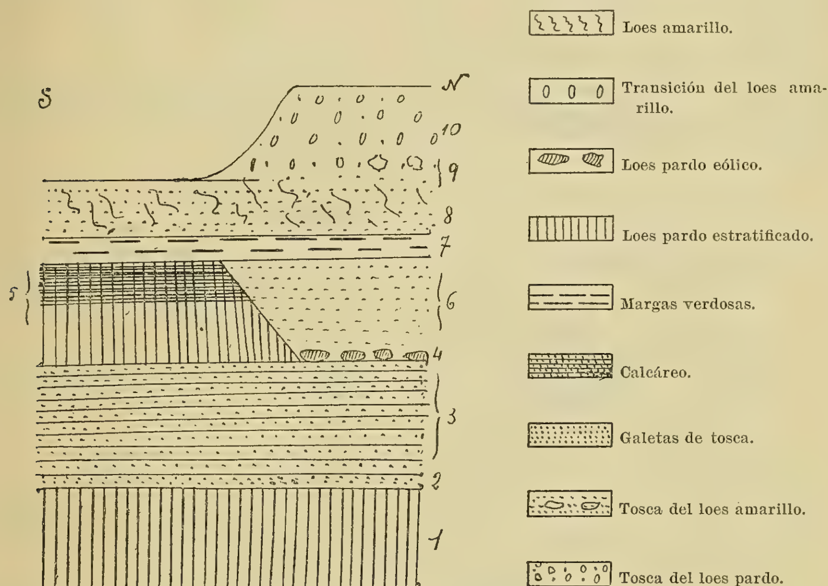
8° Banco calcáreo, compacto, de 50 centímetros, que termina al norte y al sur de la barranca;

9° Loes pardo, con masas calcáreas aisladas; 50 centímetros;

10° Margas irregulares de calcáreo, bastante grandes, intercaladas en el loes pardo; alrededor de 50 centímetros;

11° Loes pardo, un poco más compacto que la capa 12, débilmente estratificada; 1 metro;

12° Loes amarillo típico, conteniendo toscas redondeadas, cubiertas en la parte superior por una delgada capa de humus. Espesor 1 metro.



Perfil 2 A. — San Nicolás (calle Constitución, al norte de la ciudad)

Perfil 2 A. — 1° Banco calcáreo, de superficie irregular, pardo amarillento, salpicado de pequeños tubos tapizados de negro. Espesor dos metros;

2° Loes pardo chocolate, mezclado con calcáreo, formando una transición insensible al banco número 1;

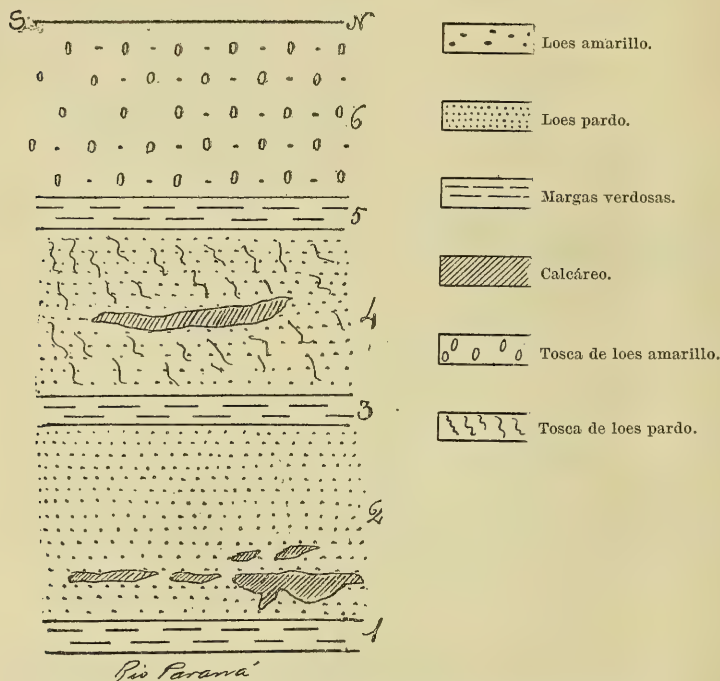
3° Loes amarillo claro, bien estratificado, por partes más obscuro, muy poroso, salpicado de partes negruzcas, conteniendo muchas concreciones ramificadas, que ofrecen la forma de corales compuestos;

4° En la parte septentrional de este perfil, se observan sobre el número 3, trozos de tosca ya redondeados o ya angulosos, generalmente de un diámetro de cinco centímetros más o menos;

5° Loes pardo típico, bastante compacto; 4 y 5 alrededor de un metro;

6° Al sur del perfil, las capas 4 y 5 son reemplazadas por un banco calcáreo, estratificado, de superficie irregular. A menudo las partes calcáreas forman fragmentos más o menos considerables, reunidos por loes medio; raramente el calcáreo es compacto y homogéneo. Su potencia disminuye hacia el norte; al sur ella es de dos metros, más o menos;

7° Sobre los números 5 y 6 se observa una capa palustre típica, tanto gris como verdosa;



Perfil 3 A. — Perfil de la barranca del río Paraná (Rosario de Santa Fe)

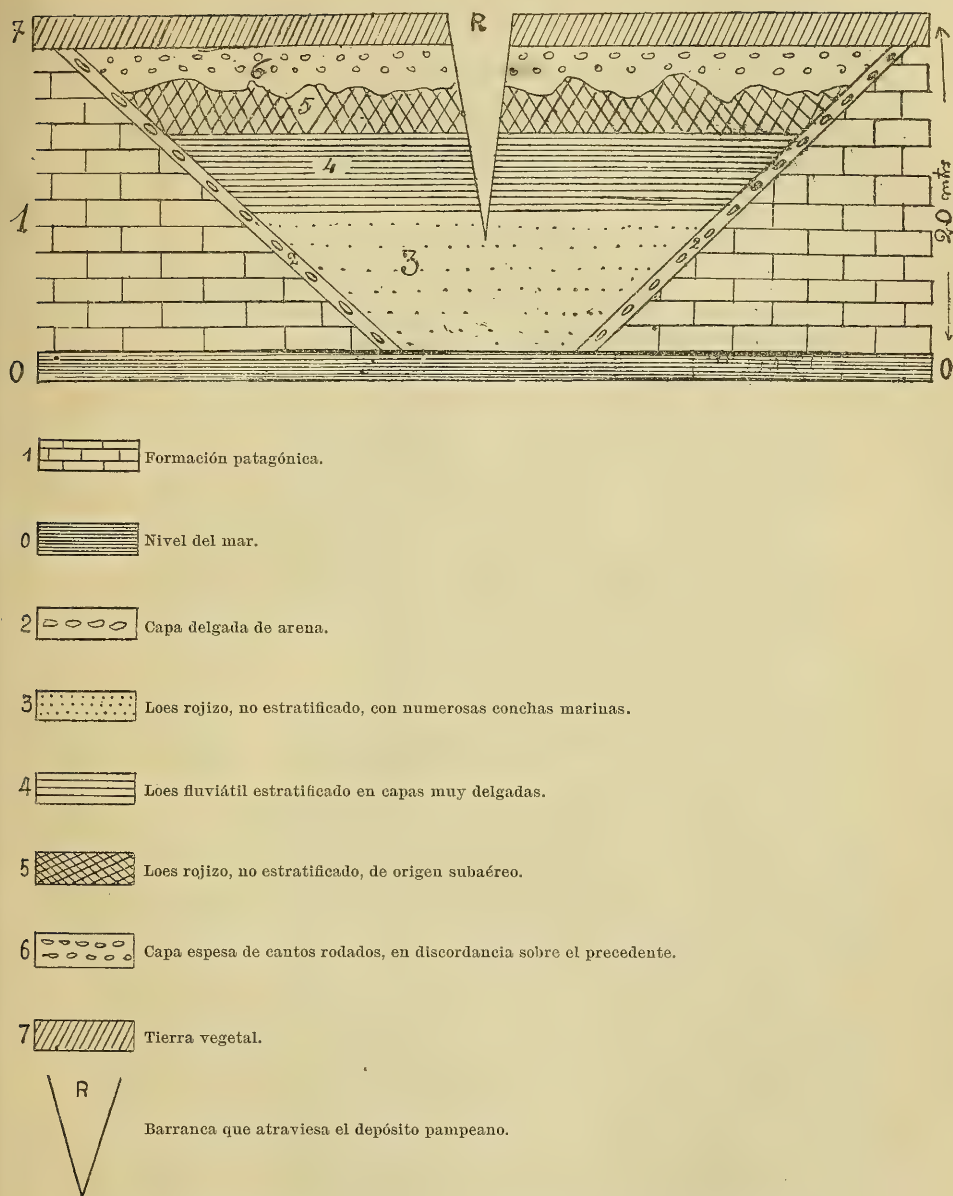
8° Loes pardo más o menos claro, sin estratificación; 2 metros;

9° Sobre este loes pardo pasa por una transición en

10° Loes amarillo típico, sin estratificación, conteniendo toscas globulosas o elípticas; 1 metro.

Perfil 3 A. — 1° Al borde del río Paraná, en la parte todavía inundada por el río, marga verdosa bastante arcillosa, salpicada irregularmente de pequeñas partículas negruzcas;

2° Loes pardo típico, observándose hacia su base la manera cómo



Perfil 4 A. — Perfil del depósito pampeano de bahía Sanguinetti, sobre la costa del Atlántico (1)

(1) Ameghino, *Las formaciones sedimentarias. Revista del Museo nacional de Buenos Aires,* página 275, año 1906, serie III, tomo VIII.

pueden formarse, poco a poco, grupos de bancos calcáreos. Espesor de esta capa : 6 metros;

3° Margas verdosas poco resistentes;

4° Loes pardo típico, de color chocolate, con partes negruzcas, conteniendo toscas y partes calcáreas aisladas: cuatro metros;

5° Banco grumoso gris verdoso, mezclado en parte con loes pardo : 50 centímetros;

6° Loes superior conteniendo toscas redondeadas.

Perfil V A. — También tiene importancia el conocimiento de los perfiles, correspondientes a perforaciones practicadas por la División de minas, geología e hidrología.

Estación Lagos. Santa Rosa de Toay

	Metros
Arena fina con algunas partículas humosas........	0 a 4.50
Arena con loes..................................	7.50
Tosca blanda arcillosa, algo arenosa y calcárea....	16.50
Loes arcilloso *(Lösslehm)* calcáreo, hacia abajo quebrado en pedacitos angulosos.................	37.50
Arena con loes	45.00
Loes calcáreo algo arcilloso.....................	48.00
Tosca blanda, arcillosa calcárea..................	49.00
Loes arenoso hasta arena con loes	63.50
Loes arcilloso (*Lösslehm*)	81.00
Arcilla amarillenta bastante dura, algo salada.....	102.00
Loes arcilloso quebradizo.......................	144.00
Arena muy gruesa con piedritas (roca granítica) con un poco de loes y concreciones calcáreas........	146.00
Pedazos poco rodados de una arenisca cuarcítica dura, gris rojiza............................	164.25
Cascajo con pedazos de la arenisca cuarcítica poco rodados y pedazos de tosca muy rodados........	165.00
Cascajo grueso de pedacitos de cuarcita, poco redondeados y granito muy rodado y descompuesto...	165.50
Cascajo con pedacitos de tosca rodados...........	168.00
Cascajo, esencialmente pedacitos muy rodados y descompuestos de granito........................	176.00
Pedazos más gruesos de cuarzo, pero esencialmente de granito bastante fresco.....................	190.40
Granito fresco más aplítico......................	192.00
Granito triturado ; los pedacitos son en partes tan blandos que se puede triturarlos en los dedos..	192.02
Granito fresco, más aplítico......................	196.00
Granito triturado muy descompuesto, friable......	197.50
Granito..	221.00

Perfil VI A

Meseta de Quehué. Estancia San Huberto (Pampa)

Arena fina, gris amarillenta con loes	0 a 2.00
Tosca blanquecina, dura, muy calcárea	3.20
Arena con tosca gris amarillenta, porosa, calcárea, bastante dura	10.50
Tosca	24.00
Loes pardusco arenoso, con pequeñas concreciones de tosca	34.00
Arena fina, pardusca con loes	45.00
Loes calcáreo, ligeramente arenoso	55.00
Arena de loes muy fina, gris amarillenta	92.00
Marga pardusca, arriba con pequeñas concreciones claras de marga, desde 110 a 120 metros muy arenosa, y de nuevo muy arenosa desde 184.75 metros	184.75
Arena bastante gruesa, pardusca	190.00
Arcilla pardusca muy arenosa	105.50
Marga pardusca muy arenosa	225.00
Arena amarillenta, bastante gruesa, margosa	255.00
Arena de cuarzo, gruesa, calcárea	261.00
Arena fina amarilla	262.25

(Después sigue granito)

CAPÍTULO III

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL LOES PAMPEANO

Las distintas clases de loes presentan el tipo de verdaderas arcillas, lo que las hace fácilmente confundibles con estas. Su composición tiene mucha semejanza en toda la formación pampeana, no observándose diferencias apreciables entre las muestras de distinta procedencia, dentro del país.

Las muestras de loes analizadas hasta la fecha presentan mucha semejanza en su composición química, consistiendo la variante principal en las proporciones de sales solubles, a distintas profundidades, puesto que el anhídrido carbónico disuelto en el agua se encarga de practicar la decalcificación de los terrenos por donde atraviesa, así como ejecuta la misma acción sobre las sales de magnesio y de hierro, que se disuelven también, debido a su intervención; además, las aguas disuelven otras substancias solubles de que el loes pampeano se va despojando poco a poco.

En esta forma las partes del terreno más cercanas a la superficie

terrestres serán las que pierden mayor proporción de sales, por cuanto reciben continuamente aguas cargadas de anhídrido carbónico, lo que no ocurre con las tierras de grandes profundidades, adonde ellas llegan despojadas de dicho gas y, al contrario, con cantidades más o menos elevadas de substancias minerales en disolución.

Voy a aprovechar la publicación, en la *Revista del Museo de La Plata,* tomo XV, página 162 y siguientes, de análisis de loes de Mar del Plata, efectuados por el doctor E. Herrero Ducloux, para tener clara idea de la composición química del terreno en estudio:

Fracciones	1	2	3	21	22	23
Análisis mecánico						
a	66.517	47.851	55.125	61.013	44.897	46.332
b	7.073	5.721	7.452	11.525	9.036	12.105
c	6.780	10.706	3.401	7.014	6.958	8.640
d	6.429	23.778	16.791	4.959	20.965	21.370
HgO y pérdida	14.973	12.600	13.473	16.306	18.044	11.965
Análisis químico						
Humedad a 100° C	10.667	8.440	8.631	9.653	7.844	7.700
Pérdida al rojo	2.306	4.160	4.842	4.653	4.200	4.265
	12.973	12.600	13.473	14.306	12.044	11.065
Anhídrido silícico (SiO_2)	56.820	57.360	55.400	57.060	58.200	57.090
Anhídrido sulfúrico (SO_3)	v.	v.	v.	v.	v.	v.
Anhídrido carbónico (CO_2)	»	»	»	»	»	»
Cloro (Cl)	0.680	1.100	1.012	0.306	0.697	0.731
Óxido de aluminio (Al_2O_3)	15.756	15.260	15.863	15.350	16.330	15.607
— ferroso (FeO)	0.185	0.190	0.120	0.155	0.055	0.195
— férrico (Fe_2O_3)	5.309	5.875	4.997	4.866	4.995	5.256
— manganeso (MnO)	0.017	0.018	0.014	0.017	0.021	0.032
Titanio (TiO_2)	0.217	0.180	0.306	0.275	0.330	0.325
Óxido de calcio (CaO)	3.304	3.472	3.471	2.695	3.456	3.160
— de magnesio (MgO)	1.578	1.151	1.890	0.860	0.993	0.890
— de potasio (K_2O)	0.841	0.788	0.763	0.701	0.823	0.779
— de sodio (Na_3O)	3.410	1.905	2.157	3.208	2.450	3.179
Anhídrido fosfórico (P_2O_5)	0.160	0.268	0.439	0.460	0.089	0.332
Color	Pardo claro	Pardo rosac.	Pardo m. cla.	Pardo haban.	Gris pardo	Pardo claro
Color al rojo	Pardo haban.	Pardo haban.	Pardo haban.	Pardo gris claro	Gris pardo obsc.	Gris obsc.

Los datos mecánicos, dice el autor, han sido obtenidos por levigación con un aparato de Schülze, en condiciones idénticas.

También he conceptuado de interés transcribir los análisis de algunos terrenos de la Pampa efectuados por el doctor Adolfo Doering y publicados en el *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba,* años 1874-75, páginas 249 y siguientes.

El citado autor, refiriéndose al terreno de Córdoba, dice:

De la barranca cerca del Observatorio astronómico, a dos metros más o menos bajo la superficie. Floja y de grano grueso, muy arenosa, con hojitas sueltas de mica; compuesta de 15,26 por ciento de resto de soroche deteriorado por la influencia del aire y 84,74 por ciento del mismo mineral en buen estado.

Poder higroscópico 23,5 por ciento; diámetro de las pepas mayores de cuarzo dos milímetros y arriba por ciento.

Conjunto del constitutivo

Óxido de potasio (K^2O)	3.099
— sodio (Na_2O)	1.180
— calcio (CaO)	3.328
— magnesio (MgO)	0.474
— manganeso (Mn_3O_4)	0.145
Sesquióxido de hierro (Fe_3O_4)	2.929
Sesquióxido de aluminio (Al_2O_3)	10.899
Ácido silícico (SiO_2)	73.803
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.657
Agua higroscópica	1.119
Pérdida en el fuego (H_2O — CO_2 — NH_3)	2.367
	100.000

Terreno de Villa María

De las cercanías del edificio de la estación, 2 metros más o menos bajo la superficie.

Algo suelta y muy desmenuzable, tierra fina y de color de arcilla amarilla.

Sin auxilio de microscopio se ve una infinidad de hojitas de mica, hojitas sueltas de hierro titánico y de arena.

La mezcolanza es compuesta de 61.514 por ciento, partes que no han sufrido bajo la influencia del aire y 38.486 por ciento que la han sufrido.

Fuerza higroscópica 28 por ciento.

Diámetro de las pepas mayores de cuarzo 0.15-0.20 milímetros.

Conjunto del constitutivo químico

Óxido de potasio (K_2O)	2.852
— sodio (Na_2O)	2.633
— calcio (CaO)	3.568
— magnesio (MgO)	1.954
— manganeso (Mn_3O_4)	1.034
Sesquióxido de aluminio (Al_2O_3)	16.673
Sesquióxido de hierro (Fe_2O_3)	4.741
Ácido silícico (SiO_2)	59.941
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.517
Pérdida en el fuego	3.509
Agua higroscópica	2.578
	100.000

Terreno del Rosario

De las cercanías del edificio de la estación, con 2m50 bajo la superficie. Tierra greda obscura, compacta, difícil de desmenuzar. Por su contenido de mezclas orgánicas se tiñe de más obscuro durante la ignición. El conjuntivo está separado muy finamente y a simple vista no se distingue, 58.688 por ciento de partes que no han sufrido por las inclemencias del aire y 41.312 por ciento que han sufrido.

Fuerza higroscópica 31.2 por ciento.

Diámetro de las pepas mayores de cuarzo, 0.04-0.08 milímetros.

Conjunto del constitutivo

Óxido de potasio (K_2O)	1.808
— sodio (Na_2O)	0.817
— calcio (CaO)	1.963
— magnesio (MgO)	1.471
Sesquióxido de hierro (Fe_2O_3)	2.244
Sesquióxido de aluminio (Al_2O_3)	16.037
Ácido silícico (SiO_2)	67.189
Ácido fosfórico (P_2O_5)	0.303
Agua higroscópica	3.383
Pérdida en el fuego	4.785
	100.000

A continuación transcribiré los datos químicos obtenidos por el análisis de tierras del loes pampeano correspondiente a San Luis y a la Pampa, practicados por la Dirección general de minas, geología e hidrología de la Capital :

Provincia de San Luis

	Número 1 El Balde Superficie	Número 2 El Balde 200-300 metros	Número 3 Estanc. Grande Barranca	Número 4 Pozo de Las Carretas
Color	Pardo claro	Amarillento	Amarillento	Am. rosado
Reacción	Lig. alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Gravas °/o	0	0	0	0
Arena gruesa silicosa.	67.80	16.40	33.30	23.40
— fina silicosa	23.30	54.40	55.50	67.70
— calcárea	0.80	6.25	2.49	2.67
— total	91.90	77.05	91.29	93.77
Arcilla	7.80	21.70	6.80	4.80
Humus	0.30	0	0.20	0
Detr. org. y mat. sól.	0	1.25	1.71	1.43
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Azoe °/oo	0.73	0.22	0.36	0.18
Cal (CaO)	8.79	41.22	27.50	26.10
Cal soluble	4.55	35.98	19.60	20.86
Potasa total (K_2O)	4.56	9.86	4.96	5.30
Ácido fosfórico (P_2O_5).	1.37	2.77	1.40	1.37
Sulfato cálcico	0	0	0	0
Sulfato sódico	0	0	0	0
Cloruro sódico	0.70	0.30	0	0.23

1. Tierra arenosa superficial.
2. Loes de una profundidad de 200-300 metros.
3. Loes de una barranca.
4. Arcilla colorada margosa.

Valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores. Gobernación de la Pampa

	11	12	13	14	15	16
Color	Am. ros.	Am. ros.	Am. ros.	Am. ros.	Am. ros.	Am. ros.
Reacción	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Gravas........ °/o	0	0	0	0	0	0
Arena gruesa sil.	43.80	40.30	23.20	29.00	22.00	6.50
— fina sil...	45.80	51.90	63.80	61.00	38.90	56.90
— calc. sil..	2.99	0.75	2.40	3.93	27.77	23.50
— total sil..	92.59	92.95	89.40	93.93	88.67	86.90
Arcilla	4.40	6.10	8.80	5.30	7.90	10.70
Humus........	0	0	0	0	0	0
Detr. orgánico y mat. sólida ..	3.01	0.95	1.80	0.77	3.43	2.40
Total....	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Azoe.......... °/oo	»	»	»	»	»	»
Cal (CaO)......	28.67	44.55	22.58	29.00	196.00	140.56
Cal soluble	16.80	4.76	13.51	22.12	155.96	132.04
Potasa (K_2O)...	»	»	»	»	»	»
Ác. fosf. (P_2O_5).	»	»	»	»	»	»
Sulfato cálcico..	»	»	»	»	»	»
Sulfato sódico..	»	»	»	»	»	»
Cloruro sódico .	1.15	0.97	0.60	0.32	0.75	0.42

11. Profundidad 96 metros. Altiplanicie de Quehué.
12. Profundidad 28 metros. Cerca del salitral.
13. Naicó. Cerca del horno de ladrillos.
14. Altiplanicie de Quehué. 7000 metros oeste colonia La Positiva.
15. Valle de Quehué. Delante de la orilla del monte (Caldén).
16. Naicó, estancia de Sturiza.

Como se ve por los datos que anteceden, las tierras de formación pampeana están constituídas principalmente por sílice y sales de aluminio, pudiendo afirmarse que a profundidades de cierta consideración el calcio llega a ser también un elemento de importancia, puesto que no teniendo lugar en una forma activa la decalcificación los terrenos lo conservan total o casi totalmente, de modo que la presencia de mayor o menor proporción de sus sales guarda, por regla general, una estrecha relación con la mayor o menor profundidad a que se halla el terreno.

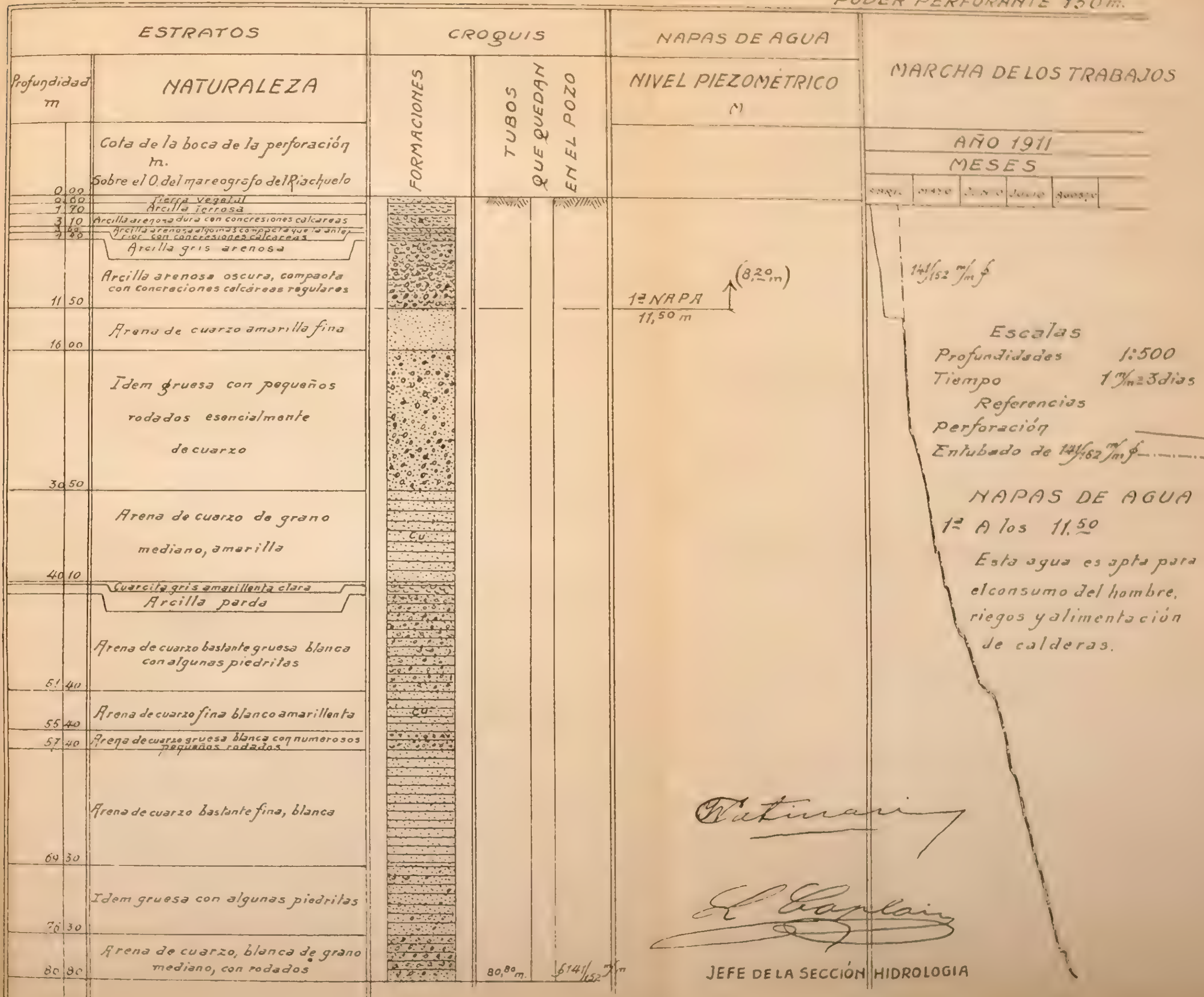
PRIMERA PERFORACIÓN EN GUALEGUAY (Municipalidad)

ENTRE RIOS

Perfil N° 11

MÁQUINA DARWIN (AUSTIN) N° 3

PODER PERFORANTE 150 m.



PRI|AICO)

Perfil Nº VI

MÁQUINA RIVADAVIA (ANTE 500 M.

ESTRATOS | LOS TRABAJOS

Profundidad m.		NATURALEZA		
		Cota de la boca de la perforaci…	11	
		m. No se conoce		
		Sobre el 0 de mareografo de		
0	00	Riachuelo	N	D
		Arena fina gris amarillenta con contenido de to…		— 1460 m/m ∅
		Tosca blanquisca dura muy calcárea		
10	50	Arena con tosca gris amarillenta porosa basta… dura calcarea		— 367 m/m ∅
24	00	Tosca		
34	00	Loess arenoso parduzco con pequeñ… pedazos de tosca		— 305 m/m ∅
45	00	Arena fina parduzca con contenid… de Loess		
55	00	Loess (arenoso ligeramente) calcareo		
65	00	Arena de Loess sumamente fina gri… amarillenta		
80	00	Arena muy fina amarilla, parduz… con contenido de Loess		
92	00	Arena muy fina parduzca amarill… con contenido de un poco de Loess		
100	00	Marga parduzca con pequeñas conc… nes clara margosa		
110	00	Marga parduzca		
120	00	Marga parduzca muy arenosa		
130	00	Marga parduzca fina		
140	00	Marga parduzca		
170	00	Marga fina arcillosa parda		
184	75	Marga parda muy arenosa		
190	00	Arena bastante gruesa parduzca		
195	50	Arcilla muy arenosa		— 253 m/m ∅

2…

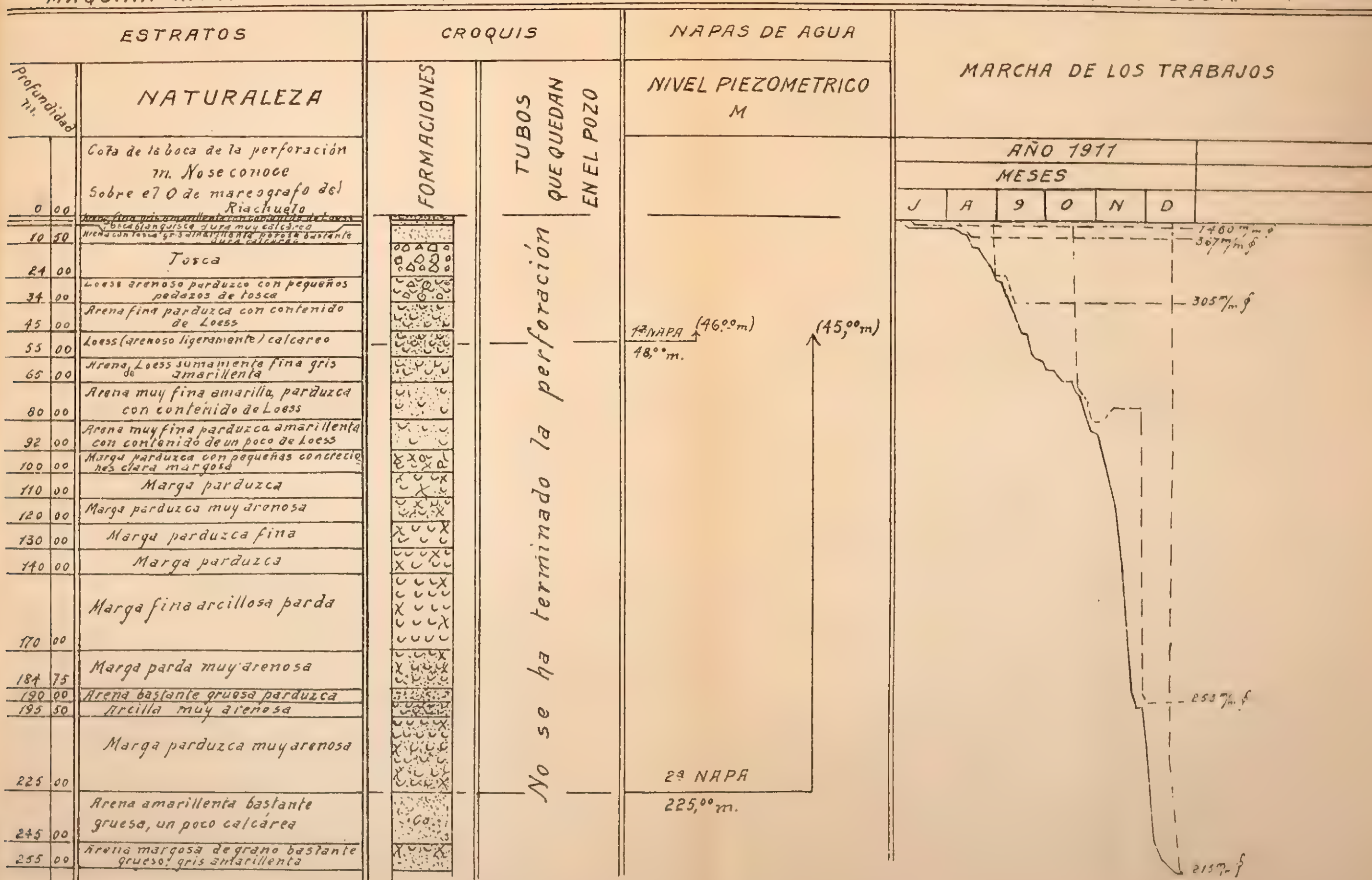
2…

2…

PRIMERA PERFORACIÓN EN SAN HUBERTO (NAICO)

PAMPA

MÁQUINA RIVADAVIA (FAUK Nº 4) — PODER PERFORANTE 500 M. — Perfil Nº VI



NAPAS DE AGUA

1ª A los 48,00 Sigue hasta los 56,00 m. Esta agua es mala para el consumo del hombre, riegos, para calderas es incrustante.

2ª A los 225,00 m. Sigue hasta los 252,00 m Bombeando 2700 litros por hora el nivel no baja. Esta agua es mala para el consumo del hombre, riegos, para las calderas es incrustante.

ESCALAS

PROFUNDIDADES	1:2000
TIEMPO	1 m/m = 3 DIAS

REFERENCIAS

PERFORACIÓN ————

ENTUBAMIENTOS — — — —

JEFE DE LA SECCIÓN HIDROLOGÍA

Perfil Nº VII

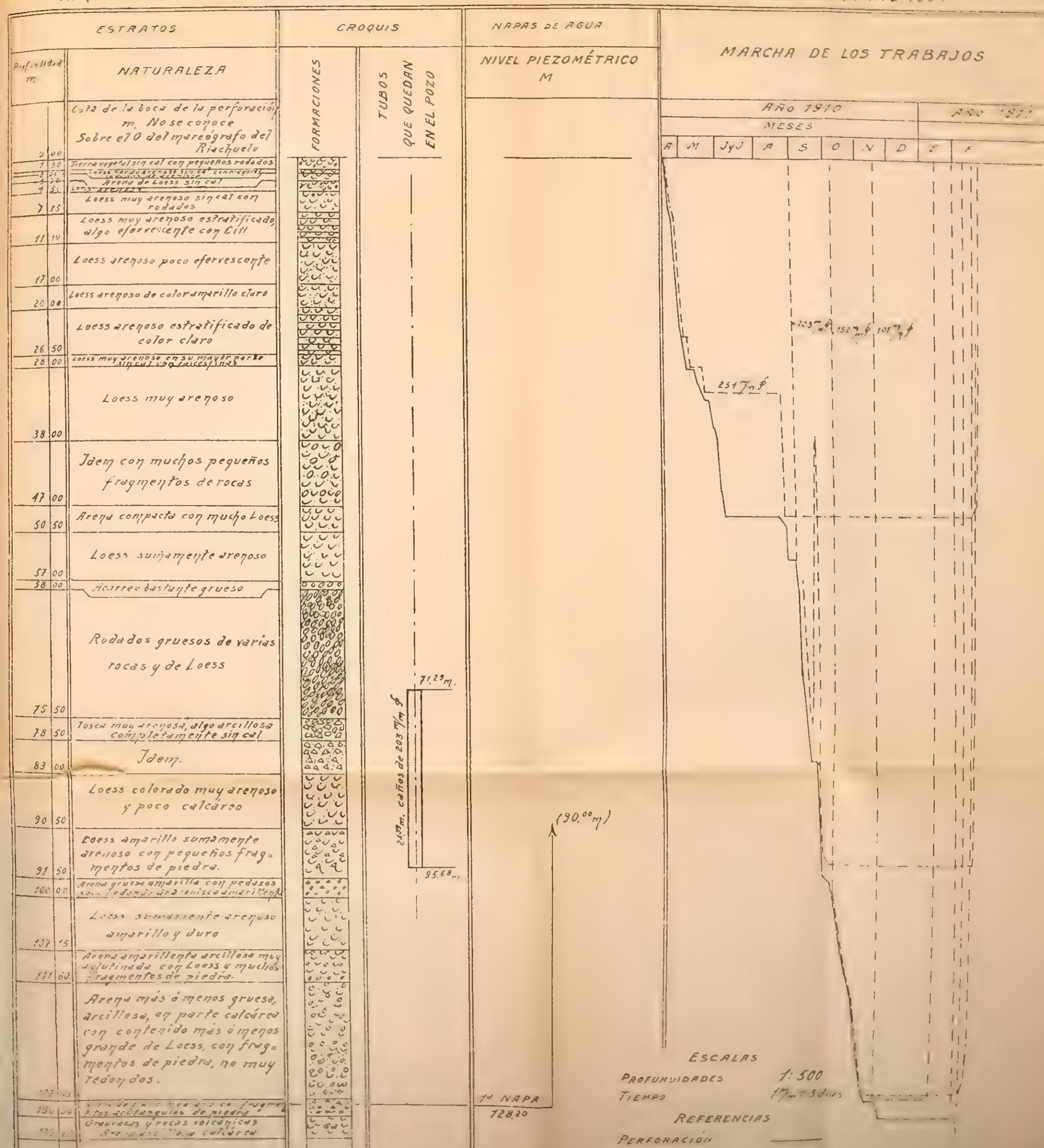
MAQUINA LAUTARO (RFQRANTE 750 M

ESTRATOS			E LOS TRABAJOS				
fundidad m.		NATURALEZA					
		Cota de la boca de la pe m. No se conoc Sobre el 0 del mareógr Riac	10			AÑO 1911	
0	00		O	N	D	E	F
1	50	Tierra vegetal sin cal con pequeñ					
2	00	Loess pardo arenoso sin cal co rodados de arenisca					
3	[illegible]						

Perfil Nº VII

PRIMERA PERFORACION EN AGUARAY
SALTA

MAQUINA LAUTARO (STAR DRILLING) — PODER PERFORANTE 750 M



REFERENCIAS

PERFORACIÓN ————

ENTUBAMIENTOS - - - — —

NAPAS DE AGUA

1ª A los 128,20 m. Sigue á los 129,00 m.
Esta agua es poco recomendable para el consumo del hombre, tampoco para riegos y es incrustante para calderas.

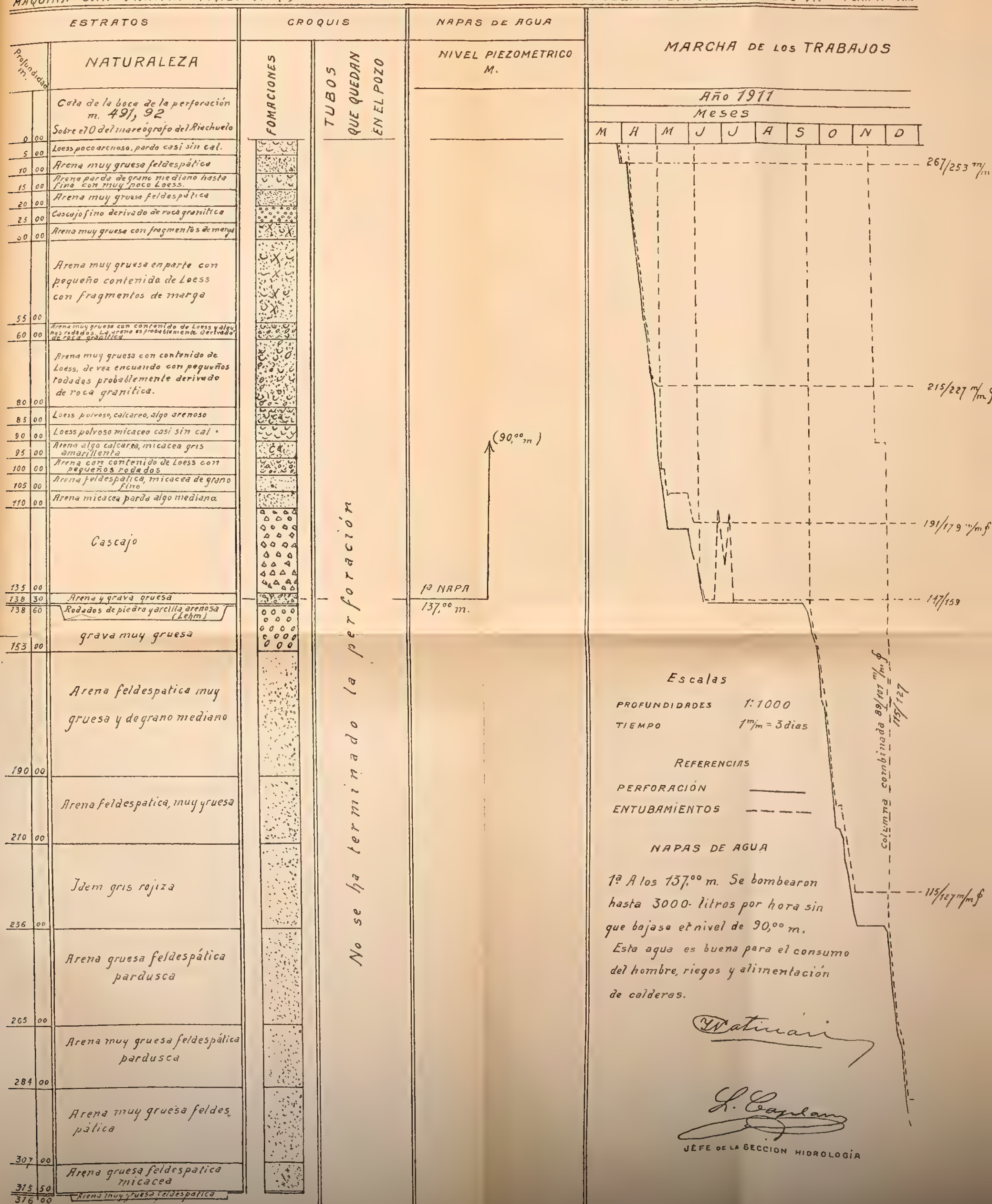
(firma) JEFE DE LA SECCIÓN HIDROLOGÍA

(firma)

PRIMERROYA

PRIMERA PERFORACIÓN EN Cñia CAROYA

CÓRDOBA



MAQUI

Profundidad m.		
		Co
0	00	Sob
11	35	Are
47	45	Ar
		Arcilla
604	00	
		Are
632	00	
644	00	

Escala
Profundidad
Tiempo
Refere
Perforación
Entubamien

PRIMERA PERFORACIÓN EN ARGERICH

BUENOS AIRES

Perfil Nº XVI

MAQUINA DE LA Cía. "RAKY" — PODER PERFORANTE 1000 M.

ESTRATOS		CROQUIS		NAPAS DE AGUA	MARCHA DE LOS TRABAJOS
Profundidad m.	NATURALEZA	FORMACIONES	TUBOS QUE QUEDAN EN EL POZO	NIVEL PIEZOMÉTRICO m.	AÑO 1911 — MESES: A S O N D
0.00	Cota de la boca de la perforación m. 12,68 Sobre el 0. del mareógrafo del Riachuelo				
11.35	Arena fina feldespática de color gris parduzca				
17.45	Arena feldespática gris parduzca de grano mediano				
24.95	Idem			Surgente (4,46 m) — (15 m) Surgente	
75.00	Marga rojiza				14" φ
90.45	Idem				
107.00	Idem				
125.00	Idem				
150.00	Idem				
184.50	Idem				
184.60	Marga de piedra blanquisca hasta rojiza dura muy calcarea				12" φ
204.00	Marga rojiza			1ª NAPA	
205.00	Arcilla gris muy arenosa hasta arena arcillosa				
217.00	Arenisca margosa hasta marga muy arenosa muy dura, muy calcarea				
228.50	Arenisca gris-blanquizca muy blanca friable				
228.90	cascajo				
230.00	Arcilla gris clara muy arenosa con yeso				
235.00	Idem				
236.00	Arena gris clara muy arenosa con yeso				
238.00	cascajo				
240.00	yeso blanco				
270.00	Cascajo fino bien rodado compuesto de yeso duro, cal y Arcilla		No se ha terminado la perforación		
316.00	Arcilla gris				10¼" φ
412.00	Arcilla gris con granos de yeso blanco				
433.00	Arcilla muy arenosa algo pizarreña gris verduzca clara				
451.00	Idem con pequeños cristales de yeso				
530.00	Arcilla muy arenosa algo pizarreña gris verduzca-clara			2ª NAPA	8" φ
570.00	Idem con rodaditos de espato de cal				
590.00	Arcilla gris violeta dura				
604.00	Arcilla muy arenosa algo pizarreña gris-verduzca-clara con contenido de cascajo fino				7" φ
632.00	Arcilla rojiza con granos gruesos de cuarzo y feldespato				
644.00	Arena gruesa margosa				
	Marga colorada				

Escalas:
Profundidades 1:2000
Tiempo 1 m/m = 3 dias

Referencias
Perforación ———
Entubamientos — · — · —

NAPAS DE AGUA:

1ª Hallada a 205,00 ms. (Surgente), temperatura = 29⅓ °C.
Esta agua sube en tubos de 10" hasta 4,46 ms. sobre el suelo.
Es inapta para el consumo del hombre y riegos de plantas, es mediocre para haciendas por sus propiedades laxantes y incrustante para calderas.

2ª Entre 530,00 ms. y 600,00 ms. (Surgente), temperatura 33 °C,
70 litros por minutos. El agua sube á 15 ms. en caños de 9½"

Vatinari — L. Caplain

JEFE DE LA SECCION HIDROLOGIA

PRIMERA PERFORACIÓN EN CAPIASUTI

SALTA

Perfil Nº XXIX

MÁQUINA LAUTARO — PODER PERFORANTE 750 M.

ESTRATOS			CROQUIS		NAPAS DE AGUA	MARCHA DE LOS TRABAJOS
Profundidad m		NATURALEZA	FORMACIONES	TUBOS QUE QUEDAN EN EL POZO	NIVEL PIEZOMETRICO M	AÑO 1911 / MESES / D
0	00	Cota de la boca de la perforación No se conoce Sobre el 0. del mareógrafo del Riachuelo				
0	80	Tierra arenosa, humosa sin cal		No se ha terminada la perforación		
4	00	Cascajo-arenoso pardo-colorado				303 m/m ϕ
7.	80	Desmoramiento compuesto de arenisca ferruginosa.	Fe			
12	85	Cuarzita, arenisca blanca tobífera, Loess arenoso gris	Cu			

ESCALAS

PROFUNDIDADES 1:100

TIEMPO 1 m/m ≡ 3 DIAS

REFERENCIAS

PERFORACIÓN ———

ENTUBAMIENTOS —.—.

Hatinari

L. Caplain

JEFE DE LA SECCION HIDROLOGIA

PRIMERA PERFORACIÓN EN EL BALDE

MÁQUINA SISTEMA RAKY Nº4 — SAN LUIS — Perfil Nº XXXIII

PODER PERFORANTE 1000 M.

ESTRATOS: Profundidad m.	NATURALEZA
	Cota de la boca de la perforación M. 458,32 Sobre el 0 del mareógrafo del Riachuelo
6.00	Arena fina con humus
	Arena gruesa cuarzosa y feldespática
8.00	Arena algo arcillosa
18.00	Grava con nódulos de tosca
21.05	Tosca arenosa compacta
32.15	Loess arcilloso con raíces
65.70	Loess arenoso algo arcilloso
112.00	Loess
122.05	Tosca arenosa
154.00	Loess algo arenoso
276.75	Loess arenoso
540.55	Loess
554.80	Arena
567.00	Loess arenoso
594.20	Loess arcilloso rojizo
618.00	Loess arcilloso
648.30	Loess arenoso
653.00	Arena
715.10	Arcilla gris con yeso y fragmentos de tosca rojiza
719.20	Arena gruesa
720.34	... muestras de color ...

CROQUIS: FORMACIONES — TUBOS QUE QUEDAN EN EL POZO

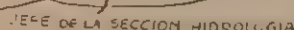
NAPAS DE AGUA: NIVEL PIEZOMETRICO M. — (100,72 m) SURGENTE — (38,50 m) — 1ª NAPA — 2ª NAPA — 540,55 m — 715,10 m

MARCHA DE LOS TRABAJOS — AÑO 1911 — MESES: ABRIL, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO

ESCALAS
Profundidades 1:2000
Tiempo 17m = 3 días

REFERENCIAS
Perforación ————
Entubamientos — · — · —

NAPAS DE AGUA
1ª Napa 540,55 m (Sigue hasta 554,80 m)
Esta agua no es recomendable para el consumo del hombre, poco adecuada para el riego, puede servir para haciendas y alimentación de calderas.
2ª Napa 715,10 m (Sigue hasta 719,20 m)
Esta agua no es apta para el consumo del hombre, poco adecuada para el riego, para calderas es incrustante.
Caudal 600 litros por minutos



JEFE DE LA SECCION HIDROLOGIA

PERFIL DE LA PERFORACION

EN EL

PARTIDO DE SALADILLO

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Perfil Nº XXXII

ESTRATOS		TUBOS		OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD	NATURALEZA	CROQUIS	PROFUNDIDAD	
0.30	*TIERRA NEGRA*	10" ⌀	3.00	
5.1	*TIERRA MARGOSA*		12	*ALCALINIDAD* : 8.5 *DUREZA* : 6.0 *RESIDUO FIJO* : 48.0 *NIVEL HIDROSTATICO* = 4.70 m
41.5	*LOESS FRIABLE*	8" ⌀	43.40	*NAPA DE AGUA* = *NIVEL* = 4.58 m *AGUA POTABLE, ALCALINIDAD* : 7.9 *DUREZA* : 5.2 *RESIDUO FIJO.* : 55.0
43.2	*ARENA FLUVIAL*			
75	*LOESS CONSISTENTE*			
88 91	*LOESS FLUVIAL*			*AGUA POTABLE, ALCALINIDAD* : 8.2 *DUREZA* : 7.3 *RESIDUO FIJO* : 60.0
107	*ARCILLA LOESSOSA*			
109.2	*ARENA BLANCA POCO ARCILLOSA*			
146.69	*ARENA BLANCA*	6" ⌀	120.85	*NAPA DE AGUA, NIVEL VARIA ENTRE* 1.50 y 6.78 *AGUA POTABLE, ALCALINIDAD* : 7.2 *DUREZA* : 8.7 *RESIDUO FIJO* : 58.0
150.69	*ARENA ARCILLOSA VEGETAL*	5" ⌀	149.88	*NIVEL* = 4.78 m
161.45	*ARENA ARCILLOSA*			*AGUA POTABLE, ALCALINIDAD* : 6.7 *DUREZA* : 10.0 *RESIDUO FIJO* : 76.5
165.40	*ARCILLA AZUL*			
176.50	*ARENA ARCILLOSA CON CONCHAS FOSILES*			
190.7	*ARCILLA CON CONCHAS FOSILES*	4" ⌀	189.85	*AGUA* „ „ *ALCALINIDAD* . 5.6 *DUREZA* : 53.5 *RESIDUO FIJO* · 400.0 *NIVEL* = 11.00 m
242.7	*ARENA ARCILLOSA*			
248.6	*ARCILLA AZUL*			
249.5	*ARCILLA COLORADA*			*NIVEL* = 18.65 m

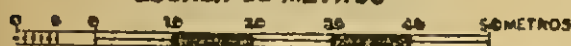
AGUA ALCALINA POTABLE PRIMERA CALIDAD

AGUA SALOBRE DUREZA PERMANENTE

DEPOSITOS TERRESTRES DE LA "FOR: "PAMPEANA"

DEPOSITOS MARINOS FOR: ¿"PATAGONICA"?

ESCALA DE METROS



El loes pampeano tiene en su composición una relativa abundante cantidad de sales de hierro que pasa en parte al agua, y de magnesio, sodio y potasio, con los que sucede lo propio. Pero las sales que ocupan los últimos rangos en cuanto a importancia son los sulfatos y los cloruros, que apenas si merecen ser citados como formando parte de los terrenos correspondientes a dicha formación. En efecto, las pequeñas proporciones en que se les halla: vestigios, $0^{gr}5$ o menos de un gramo, respectivamente, abrevia todo comentario.

No obstante esto, hemos de ver, cuando estudiemos las aguas de esta procedencia desde el punto de vista de su composición química, que muchas de ellas son ricas en cloruros y en sulfatos. ¿Qué ha ocurrido? Naturalmente, estas aguas que presentan semejantes anomalías de composición con respecto a la del pampeano, o han atravesado antes de llegar a estos terrenos otros ricos en cloruros y sulfatos, o provienen de depósitos dejados por antiguas salinas, lagos o lagunas que evaporándose aumentaron su concentración, y en algunos casos, probablemente, del mar.

He querido hacer esta observación porque al recorrer los cuadros de análisis aparecerán, a primera vista, aguas de origen pampeano lejano del mar que, no obstante, presentan una composición que no corresponde a la de las aguas cuyo contenido salino proviene exclusivamente de terrenos pampeanos libres de los mencionados depósitos.

En efecto, estas aguas de origen pampeano podrán tener en disolución muchos silicatos, algo de aluminio y de hierro y regular cantidad de sales de calcio, sodio, potasio, magnesio, etc.; pero nunca abundantes cloruros que existen en muy pequeña escala en los terrenos correspondientes, ni abundantes sulfatos, del que las proporciones no pasan de vestigios. (Se entiende que se habla del suelo no afectado por la presencia de los depósitos a que se ha hecho referencia en otro lugar.) La formación de los depósitos salinos de que hablaremos más adelante nos dará la clave de esta aparente anomalía.

También se encuentra en las tierras del pampeano cantidades apenas apreciables de manganeso y de titanio, que no merecen ser tenidas en cuenta en vista de la pequeña proporción en que se hallan, y ácido fosfórico (fosfatos) en cantidades ya de mayor consideración, aunque no considerables, pues generalmente está contenido en dosis que oscilan entre algunos centigramos y más de medio gramo por ciento.

Para evitar que esta parte del capítulo que estamos tratando tenga más extensión que la que realmente le corresponde omitiremos los datos que se relacionan con el estado de combinación en que están,

en el loes, las sales enumeradas, pues ésto nos alejaría un poco del tema « aguas » y habría necesidad de dar mucha amplitud al punto en cuestión.

SEGUNDA PARTE

SUELO Y AGUA. INFLUENCIA SOBRE EL AGUA DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DEL LOES PAMPEANO. EL LOES PAMPEANO COMO TERRENO PERMEABLE. INVESTIGACIÓN QUÍMICA DEL AGUA PAMPEANA. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DEL LOES PAMPEANO. CUADROS DE ANÁLISIS.

CAPÍTULO I

SUELO Y AGUA. INFLUENCIA SOBRE EL AGUA DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DEL LOES PAMPEANO. EL LOES PAMPEANO COMO TERRENO PERMEABLE.

Pocas veces puédese apreciar un ejemplo más exacto de relación entre distintos objetos que el que se presenta observando el agua que surca las profundidades del suelo y el heterogéneo material que lo constituye. La primera, sin que entremos a hacer cuestión de origen para las de grandes profundidades, cae en forma de lluvia y poco a poco va ocupando los numerosos intersticios de la superficie del globo terráqueo y lo penetra hasta llegar a una profundidad indeterminada, donde condiciones especiales de alguna de las capas geológicas que constituyen la masa terrestre determinan el detenimiento del descenso del líquido, el cual, no pudiendo progresar más en dirección al centro de la tierra, o haciéndolo apenas en forma muy lenta, se extiende ahora lateralmente hacia regiones menos hidratadas, donde producirá un grado tal de humedad que el suelo en esa región concluirá por saturarse y el exceso de agua se verá obligado de nuevo a recorrer distancias, a veces sumamente grandes, en busca de poros libres de agua que le den cabida.

Siguiendo trayectorias ya horizontales, ya verticales, el agua caída en un punto se ramifica y extiende merced a la permeabilidad, capilaridad, etc., hasta lugares infinitamente distantes del punto de

partida. Pero cuando las aguas que caen en distintas zonas saturan la parte porosa del suelo y encuentran un obstáculo para avanzar en dirección descendente, no pudiendo hacerlo con mayor rapidez lateralmente, entonces siendo mayor la velocidad de absorción del suelo para las aguas que caen (puesto que la evaporación se encarga de preparar el suelo para repetidas tomas de agua llovida), que la que tiene para las ya existentes en las profundidades terrestres, la nueva remesa se acumula sobre aquellas, y gota tras gota llega a constituír lo que se llama la napa de agua.

La circulación del agua acumulada en el suelo guarda una relación importante con varios factores: permeabilidad, penetración y grietas, fisuras o cavidades existentes en el mismo. En el primer caso el agua penetra en forma de pequeñas ramas capilares, dando lugar a la formación de una especie de red compleja que llena los microscópicos intersticios existentes entre los elementos constitutivos del suelo. Tal circulación llega a producir, cuando la constitución de éste se presta (calcáreo y dolomítico), fenómenos curiosos de arrastre de partículas que, despareciendo de un determinado punto, dejan huecos en ocasiones voluminosos, que constituyen verdaderas galerías o cavernas subterráneas que necesariamente se llenan de agua; pero si el terreno es compacto este fenómeno no ocurre a causa de la difícil penetración del líquido que, al no circular, o al hacerlo deficientemente, no produce modificaciones en la contextura molecular de semejante terreno. Otras veces ocurre que el terreno está constituído por marga arcillosa, con más o menos cantidad de calcáreo y de arena (1), en cuyo caso la circulación se produce distintamente, siendo de notar que la presencia de arena facilita la permeabilidad, que se acrecienta a medida que la proporción de ésta se eleva, debiendo estar representada por lo menos por un 25 por ciento para que su efecto favorable tenga verdaderamente lugar. La permeabilidad de la arcilla es ínfima cuando es pura, pero su impermeabilidad, hemos dicho, disminuye a medida que se impurifica; sin embargo, existe una variedad calcáreo-ferruginosa que es absolutamente impermeable, siendo suficiente una potencia de 40 centímetros para que no se deje atravesar por el agua en una época de lluvias normales.

El terreno de constitución calcárea, en cambio, se presta bien

(1) De las proporciones de cuyo elemento dependen las coloraciones amarillo obscuro y amarillo claro que presenta.

como material permeable, observándose que los de época geológica antigua son más impermeables que los de época reciente. Por ejemplo, los terrenos calcáreos de la época terciaria son muy permeables; los de la época secundaria lo son también, pero en menor grado; los del triásico son menos que los anteriores y casi impermeables, mientras que remontando a épocas más lejanas (devoniano, carbonífero, etc.) nos encontramos con verdaderas capas impermeables.

En cuanto a la penetración ella puede tener lugar aun en terrenos impermeables cuando fisuras existentes en ellos dejan libre la circulación. Los terrenos eruptivos, los calcáreos compactos, etc., tienen fracturas que resisten bien la acción del agua, permaneciendo sus intersticios abiertos aun después de un continuado pasaje de ella. En los terrenos fragmentarios la absorción se produce diferentemente; es de notar en él que un mismo terreno podrá absorber más o menos agua según sea su estado de desagregación; aumentando el tamaño de los fragmentos constitutivos aumenta igualmente la cantidad de agua que los huecos o intersticios pueden recibir, sucediendo lo contrario cuando el tamaño de los fragmentos disminuye.

Como ejemplo de la solubilidad de los constituyentes del pampeano transcribiré un cuadro comparativo entre el fango del Nilo y el terreno de Villa María, publicado por el doctor Doering en el *Boletín de la Academia nacional de ciencias de Córdoba,* ya citado, página 268:

	Conjunto		Soluble		Indisoluble	
	Fango del Nilo por ciento	Tierra de Villa María	Fango del Nilo por ciento	Tierra de Villa María	Fango del Nilo por ciento	Tierra de Villa María
Óxido de potasio	1.26	2.852	1.26	0.611	»	2.241
— sodio	0.89	2.633	0.89	2.385	»	0.248
— calcio	5.43	3.568	3.89	1.490	1.54	2.678
— magnesio	2.73	1.954	2.26	1.641	0.47	0.313
Sesquióxido de hierro	13.19	4.741	11.22	3.911	1.97	0.830
Sesquióxido de aluminio	12.12	16.673	6.75	8.540	5.37	8.133
Ácido silícico y arena	62.39	59.941	4.30	12.627	58.90	47.314
— fosfórico	No des.	0.517	»	0.160	»	0.367
— sulfúrico	0.22	v.	0.22	v.	»	»
— clorhídrico	0.03	v.	0.03	v.	»	»

Otra causa que favorece la circulación del agua es la superficie de separación de dos estratos, ambos permeables, pero de permeabilidad distinta, lo que es lógico y explica el motivo por el cual las surgentes de agua en la superficie del suelo se producen generalmente entre terrenos de naturaleza diferente.

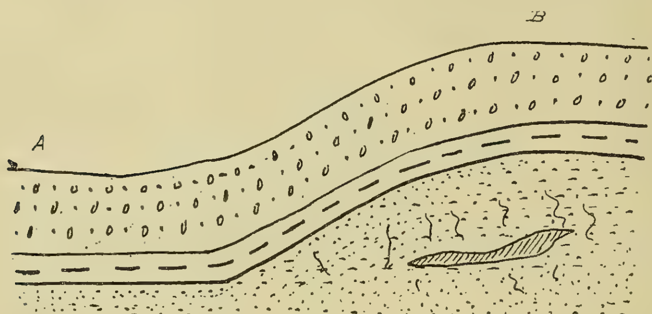
Loes pampeano como terreno permeable. — El loes pampeano, dada la composición química y caracteres físicos expresados en páginas anteriores, se presenta como una ancha capa terrestre suficientemente permeable para dejarse atravesar por las aguas que llegan hasta ella, efectuándose, con motivo de dicho pasaje, modificaciones en la composición física del agua que lo atraviesa, aumentando, si se trata de aguas pluviales, su contenido salino y mejorando sus caracteres físicos (turbidez, color, etc.) cuando se trata de aguas superficiales. Sabemos que el contenido salino de un agua llovida es infinitamente pequeño, teniendo, en cambio, cantidades algo apreciables de elementos gaseosos en disolución: anhídrido carbónico, ázoe, oxígeno, amoníaco, etc., éste último principalmente cuando las aguas que caen abarcan una zona de poblaciones densas; este gas, que proviene del aire contaminado, se incorpora al agua al estado de libertad, siendo muchas veces abandonado al pasar las primeras capas terrestres que actúan como verdaderos filtros, principalmente el terreno de formación pampeana, cuya cantidad de arena favorece la acción depuradora. Por este motivo ocurre frecuentemente que aguas que llegan a la superficie del suelo en condiciones desfavorables de higiene, sufren, por el pasaje a través de las distintas capas que lo componen, una transformación completa merced a la oxidación de los materiales orgánicos que la contaminaban y al abandono de las partículas suspendidas que le daban un aspecto desagradable.

Por la composición del pampeano, así como por el conjunto de sus caracteres físicos (porosidad, permeabilidad, carencia de bloques estratificados, etc.) la recepción y pasaje del agua tiene lugar en una forma totalmente ramificada, de manera que el líquido caído en un punto A es susceptible de recorrer distintas zonas en direcciones opuestas, lateral y verticalmente, y por ello, donde los terrenos tienen nivel diferente puede tener lugar la formación de una surgente de agua, en paraje mismo distante del de la caída del agua de lluvia.

Sea, por ejemplo, la superficie terrestre A X B de contextura pampeana y de niveles diferentes y supongamos que las aguas pluviales favorezcan a la zona próxima a A. Debido a la fácil y completa permeabilidad del terreno, estas aguas no tardarán en ocupar los inters-

ticios próximos a B, siempre que el agua caída lo sea en suficiente cantidad; de modo que a una distancia relativa, las aguas caídas en una región pueden tener influencia sobre regiones próximas, a cuyo suelo comunican un cierto grado de humedad. Además de la permeabilidad, contribuye a que este fenómeno se manifieste, la influencia de la capilaridad, que hace que el agua ascienda tanto más por entre los canalículos existentes en el loes pampeano, cuanto menor sea el diámetro de estos capilares.

Pero si el punto A estuviera a mayor altura que el B, en las mismas condiciones anteriores el agua recorrería toda la región que separa a ambos puntos y en caso de un exceso de líquido, podría producirse una surgente en B, cuyo objeto sería dar salida al excedente de

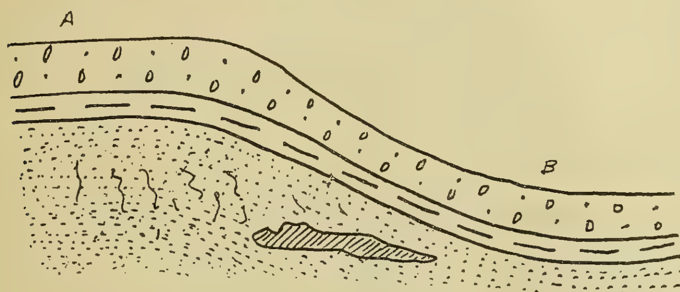


agua que no ha podido ser absorbido por la masa porosa saturada de humedad. Este fenómeno se manifiesta con mayor frecuencia cuando a la capa permeable le sigue, en orden descendente, una capa permeable que reduce su aptitud para la absorción y acumulación de la humedad.

Dijimos que el agua llovida, casi químicamente pura, o la de ríos, arroyos, etc., sufrían modificaciones fundamentales al atravesar la capa terrestre, especializada en este caso, en el loes pampeano; estas modificaciones consisten en tomar del terreno parte de los constituyentes solubles, e incorporarlos a su masa, obteniéndose siempre líquidos de composición semejante entre sí, aunque no numéricamente igual, a causa de la mayor o menor duración del contacto entre agua y suelo, y de la presencia o ausencia de antiguos lagos, ríos, esteros, mares, etc. De modo, pues, que al referirnos al agua pampeana de una región determinada no lo haremos dando a ésta un tipo único, sino

una serie de tipos, constantes muchas veces en su composición cualitativa, pero variables cuantitativamente, queriendo significar con ésto que dichas aguas estarán compuestas por los mismos constituyentes químicos (salvo excepciones), pero que tales componentes pueden existir y existen en proporciones totalmente diferentes.

Concretándonos a las regiones de Mar del Plata, de cuyo loes conocemos la composición química (véase pág. 32 y 33) es fácil prever que el agua de lluvia absorbida en el punto correspondiente a la muestra número 1 tomará del suelo, en iguales condiciones para todos los casos, menos cantidad de cloruros que las muestras números 2 y 3, más que la 21 y aproximadamente lo mismo o un poco menos que en los puntos de donde provienen las muestras 22 y 23. Las aguas del loes pampeano mostrarán su composición, en terrenos como el que



tratamos, pocos sulfatos, debido a que ellos no presentan en su composición más que vestigios de anhídrido sulfúrico.

Las aguas superficiales, llovidas y subterráneas al llegar al loes tomarán de su seno, disolviéndolas, cantidades variables de sales de calcio, siendo, en igualdad de condiciones, el terreno correspondiente a la muestra 21 el que las cederá al agua en menor cantidad. Igual cosa tiene lugar con las sales del magnesio, siendo la número 3 la que las proporcionará en mayor cantidad.

Con respecto a las sales de sodio y de potasio, es de notar que en todas las muestras se observa una semejanza bastante apreciable en las proporciones en que se encuentran las últimas, mientras que en el caso del sodio se notan diferencias considerables, lo que hará que las aguas al pasar por los terrenos correspondientes, disolverán cantidades siempre comparables de sales de potasio y distintas de sodio, cargándose más de este elemento las aguas que pasan por el terre-

no 21, y correspondiendo al mínimum aquellas que se vean precisadas a pasar por la formación a la que representa la muestra número 2.

Cuanto se ha dicho para los sulfatos, sales de calcio, magnesio, sodio y potasio, puede repetirse para los demás componentes solubles del loes pampeano, los cuales, entrarán, en una cierta proporción, a formar parte de la composición de las aguas que lo atraviesan u ocupan, produciendo siempre un aumento de elementos salinos que le dan al agua de procedencia pampeana, composiciones especiales, que pueden ser apreciadas observando los cuadros de análisis que figuran en el capítulo tercero de esta parte.

Como consecuencia de la acción disolvente que el agua ejerce sobre el terreno al circular por entre sus porosidades, se produce en él un aumento relativo de unos elementos (menos solubles) con respecto a otros (solubles); sirva de ejemplo el caso de la magnesia con respecto a la cal. Por el mismo motivo se observa en el agua un aumento proporcional de los constituyentes solubles, que se incorporan a ella al estado de sales en disolución, v. gr., el cloro, calcio, magnesio, sodio, potasio, sílice, etc.

Hemos dicho en renglones anteriores que para cada composición del terreno corresponde una mayor o menor concentración de las sales solubles en el agua, y falta ahora, explicar el mecanismo de la incorporación de las distintas sales, muchas de las cuales son insolubles (carbonato de calcio, carbonato de magnesio, de hierro), o casi insolubles en el agua.

Entre las sales solubles nos ocuparemos del cloruro, sulfato y carbonato de sodio, cloruros de magnesio y de calcio (los últimos existen solo por excepción en las aguas pampeanas), el sulfato de calcio, (2.12 °/₀ de solubilidad a + 35° C., el sulfato de magnesio (32 °/₀ *a* + 15° C.) y de los silicatos. Entre los disueltos gracias a la intervención de un elemento extraño, el anhídrido carbónico, citaré el carbonato de calcio, el de magnesio, y los óxidos de hierro y de aluminio. Por otra parte, haré aquí caso omiso de los elementos cuya presencia constituye una anormalidad en la composición de las aguas: anhídrido nitroso, anhídrido nítrico, etc.

El cloruro de sodio existe en una proporción muy pequeña en la parte del loes pampeano privada de concentraciones salinas (depósitos marinos, de antiguos lagos, etc.), y siendo una sal sumamente soluble (36 °/₀ más o menos) se incorpora fácilmente al agua. Igual cosa sucede con los cloruros de calcio y de magnesio cuando existen, y con

los sulfatos correspondientes, así como con el carbonato y sulfato de sodio.

En cambio los carbonatos de calcio y de magnesio son casi insolubles en el agua (0.034 de $CaCO_3$ por litro), de manera que las proporciones en que estarían en ella serían inapreciables si no interviniera un factor importante, que favorece su incorporación; se trata del anhídrido carbónico que el agua tiene en disolución. Este gas transforma los carbonatos de calcio y de magnesio en bicarbonatos, sales que son, al contrario, muy solubles. Es además, probable, que los bicarbonatos formados favorezcan la disolución de nuevas cantidades de carbonatos neutros.

El mismo fenómeno se manifiesta con los óxidos de hierro y de aluminio que se encuentran formando parte del loes; estos pasan al agua al estado de bicarbonatos solubles.

Pero además de las aguas meteóricas y superficiales infiltradas en el subsuelo de que nos hemos ocupado hasta ahora, existen en casi toda la parte subterránea de la República Argentina una enorme cantidad de aguas a profundidades diferentes, que tienen otros orígenes y distinta composición: antiguos ríos desaparecidos, depósitos marinos, de lagos, etc.

El origen de las aguas subterráneas estaría, entonces, no sólo en las aguas meteóricas (pluviales, precipitaciones atmosféricas), sino también en las precipitaciones subterráneas, en las aguas marinas y las de ríos que existen en el presente o que han existido en la antigüedad, perdiéndose en el subsuelo de nuestro país, donde muchos de ellos circulan por cauces muy distintos de los primitivos.

El doctor Santiago Roth, en un trabajo *La construcción de un canal de Bahía Blanca a las provincias andinas bajo el punto de vista hidrogeológico* (1) dice: « Las llanuras argentinas forman en su conjunto un inmenso sumidero del desagüe de la cordillera y de las aguas pluviales. Los depósitos sedimentarios están saturados de agua de tal manera, que el nivel del agua subterránea llega en algunas partes casi hasta la supeficie de la tierra. »

En el mencionado trabajo se hace notar, además, las diferencias existentes entre las condiciones hidrológicas de la provincia de Buenos Aires y las de la parte norte del país, y refiriéndose a la parte que corresponde a General Arenales (esteros), agrega: « Aquí no se trata solamente de agua que proviene de las lluvias locales, sino

(1) *Revista del Museo de La Plata*, tomo XVI, página 172. 1909.

también del agua de río Cuarto que circula subterráneamente, y está bien demostrado que es permanente. Todos los ríos y arroyos de la provincia de Buenos Aires que están alimentados por agua surgente de la misma naturaleza, como el arroyo del Medio, los ríos Arrecifes, Areco, Luján, etc., son de agua permanente y nunca se ha secado ninguno de estos ni aún en los tiempos más secos. »

En el resto del subsuelo las condiciones han sido semejantes; rios y arroyos fueron cambiando poco a poco su cauce, quedando, finalmente, cubiertos e invisibles, circulando entonces subterráneamente, donde tienen también lugar nuevos cambios en la dirección del curso de agua, que encuentra más o menos facilidades para su circulación, según sea la constitución del terreno. Pero al norte de la república las condiciones geológicas cambian. « En la llanura donde se pierden los ríos más importantes (1) faltan los depósitos glaciales, como ya se ha dicho. Hubo también en tiempos geológicos (2), inmensos lagos que han desaparecido, pero aquí la desaparición de los ríos, al recorrer un trayecto más o menos largo en la llanura pampeana, no está relacionada con la desaparición de los antiguos lagos. En Patagonia los ríos de agua permanente, como ser el río Santa Cruz, río Chubut, río Negro, etc., corren por cauces bien formados, mientras que en la región norte de la república, con excepción del río Paraná y río Tercero, ningún río de las cercanías conserva un verdadero cauce bien definido en su trayecto por la llanura pampeana.

La influencia de los antiguos lechos de ríos es de una grande importancia para la circulación de las aguas subterráneas, que son conducidas por ellas, atravesando distintas regiones y ocupando amplias zonas, no dejando de efectuar una acción erosiva sobre tales cursos que pueden cambiar de dirección. « A causa de los continuos cambios de su curso (3), un mismo río ha vuelto a pasar varias veces por el mismo paraje, pero cada vez en un nivel más alto. Así se explica que en las perforaciones se observan con frecuencia dos y tres o más capas fluviales, depositadas por un mismo río separadas por capas de sedimentos eólicos.

(1) S.' Roth, *loc. cit.*

(2) La gran llanura Abra Pampa en la cordillera en el norte de la provincia de Jujuy, es un antiguo fondo o lago, como lo demuestran los depósitos lacustres que afloran en muchos puntos. El lago de Guayatayoc es el resto de este inmenso lago.

(3) Roth, *loc. cit.*

« Estos antiguos lechos de ríos son los verdaderos conductores de las aguas subterráneas; los depósitos eólicos también conducen agua, pero, debido a su gran capilaridad, la absorben y la retienen, de modo que no circula tan libremente como la arena y los guijarros depositados por los ríos »...

En la forma descripta, los ríos que durante largos períodos geológicos cruzaron la región pampeana, depositando incesantemente el *detritus* de las serranías, terraplenaron completamente los valles y perdieron su curso superficial».

« Por la acumulación continua de materiales a lo largo de su curso, el río llegó a correr en un nivel más alto que el de las comarcas vecinas; en las crecientes se abren bocas falsas por donde el agua se derrama a los terrenos bajos, formándose así estos bañados conocidos bajo el nombre de « esteros ».

En lo que se refiere al contenido de los antiguos ríos parece que éstos han ido cavando cauces, que con motivo de la elevación del terreno, se fueron profundizando cada vez más, formando lo que hoy se llama cañadones. « En la mayor parte de ellos no corre hoy agua, porque los ríos se pierden al salir de la cordillera infiltrándose el agua en el subsuelo.»

De manera que las aguas procedentes de la cordillera recorren distintas direcciones y ocupan la parte subterránea que infiltran, sin recorrer direcciones correspondientes a cauce determinado, de tal modo que ocupará los intersticios del suelo de distintas formaciones, yendo una parte a alimentar los terrenos de formación pampeana.

Otra parte del loes pampeano estará ocupado también por aguas procedentes del mar, pudiendo citar todas las regiones de la costa, hasta una cierta distancia hacia el interior, mientras que en algunas regiones de la misma formación habrá aguas meteóricas y en otras las producidas por precipitaciones subterráneas ocasionadas por los cambios de temperatura que tienen lugar sobre el aire cargado de vapor de agua que circula en el subsuelo.

El geólogo citado hace, asimismo, referencia a los sistemas de ríos con esteros existentes en la llanura pampeana y los admite en número de tres:

1° Ríos que desembocan en esteros, donde toda el agua infiltrada en el subsuelo circula subterráneamente, como es el caso en los ríos Quinto, Segundo, Primero, Dulce, Horcones, etc;

2° Ríos que tienen en su trayecto uno o más esteros en que se vuel-

ven a formar corrientes superficiales permanentes, como el río Pilcomayo y el río Bermejo;

3° Rios que se pierden en esteros con desagües superficiales temporáneos; a estos pertenecen el río Cuarto y el Salado, en la provincia de Santiago del Estero.

Con respecto a las aguas que circulan en la segunda napa en Buenos Aires y La Plata, afirma que provienen de infiltración de las aguas del río de la Plata.

Para concluír con este capítulo, haré notar que las aguas al ocupar el terreno de formación pampeana, tomarán del suelo los componentes que se disuelvan, en las condiciones en que dichas aguas se presentan, adquiriendo una composición que dependerá: de la cantidad de anhídrido carbónico que haya en disolución, de la duración del contacto con las partes atravesadas, de la temperatura, de la composición del suelo en cada región y de la que tenían las aguas en el momento de llegar al pampeano, etc. Es este el motivo por el cual no debe sorprendernos que entre las aguas de misma procedencia geológica haya diferencias considerables en lo que a los caracteres físicos y químicos se refiere.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS PAMPEANAS

Las aguas pampeanas no ofrecen al investigador ninguna particularidad con respecto a su análisis químico, para el que se sigue la misma técnica que en las demás aguas.

Recolección de las muestras. — Es necesario tener en cuenta que las muestras deben llegar al laboratorio en condiciones tales que no presenten la menor diferencia con las condiciones en que se encuentran normalmente, antes de ser retiradas del seno de la tierra; para ello hay que proceder con suma cautela en las operaciones preliminares al análisis, es decir: recolección de las muestras; envasado y remisión al lugar donde han de ser estudiadas.

Una de las condiciones que debe llenarse es la de que los envases representen una garantía para el observador, pues, frascos mal lavados o con restos de substancias orgánicas, alteran la composición del agua, al extremo de que por tal causa suele transformarse en un líquido cuya clasificación diferirá en absoluto de la que le correspondería en con-

diciones normales. En lo posible dichos frascos no se destinarán más que a ese fin, deberán tener tapa de vidrio esmerilado y no ocuparlos jamás con substancias orgánicas. Conviene hacer el lavado de los frascos con ácido sulfúrico diluído, enjuagándolos luego varias veces con agua destilada caliente, y finalmente, en el momento de emplearlos repasarlos dos o tres veces con el agua cuya muestra se desea recoger.

En el caso que nos ocupa, la muestra debe pasar generalmente por el interior de una bomba; débese procurar que dicho aparato de extracción funcione primeramente diez o quince minutos, pasados los cuales, se recoge el líquido previo enjuagado del frasco en que se va a transportar. Inmediatamente debe tomarse la temperatura del agua para tener el dato correspondiente al momento de la extracción; debe observarse el color, olor, aspecto, sabor, etc., datos que tienen alguna importancia para la clasificación de la misma.

La temperatura se toma mediante el empleo de un simple termómetro dividido en décimos de grado, siendo de preferencia los de máxima, y mejor aun, si están protegidos por un estuche de madera, perforado, siendo útil anotar al mismo tiempo la temperatura ambiente y el día y hora de la extracción.

Para determinar el color, se llena del líquido en cuestión un tubo de mucha longitud y se dispone sobre un fondo blanco, observando por reflexión el débil color que en raras circunstancias suelen tener las aguas subterráneas. Cuando son coloreadas tienen un tinte blanco amarillento debido, en unos casos, a sales de hierro y en otros, a contaminación por materia orgánica.

Las aguas que nos ocupan son, normalmente, inodoras; pero un poco de materia orgánica en descomposición o la presencia de w. c. en sus proximidades, son las causas de que en algunas de ellas se observen olores pútridos que es imprescindible tener muy en cuenta al efectuar la clasificación.

En cuanto al sabor, es fresco, algo salino en unos casos, bastante salado y hasta amargo en otros. El aspecto de las aguas pampeanas es límpido, siendo excepciones las muestras que se resienten de una apreciable turbidez, la que normalmente suele ser debida a la presencia de arcilla o arena fina, arrastradas por el agua, pero que no tardan en depositarse. La constitución geológica del subsuelo que este líquido se ve precisado a recorrer hace que a veces estas aguas contengan dichas materias en suspensión; pero ello no tiene ninguna importancia por cuanto, depositándose, dejan al agua perfectamente

transparente y libre de materias extrañas en lo que a este punto se refiere.

Cuando, contrariamente a lo expresado, las aguas de referencia presentan una ligera opalescencia, o en el peor de los casos, poseen una acentuada turbidez, pueden, desde un principio, señalarse como sospechosas, debiendo confirmar o rectificar esta sospecha por medio de un detenido análisis químico. Si éste se inclinara a favor de la buena calidad del agua, habrá que atribuír la anormalidad anotada, a una causa accidental, que guardará alguna relación con la disgregación del terreno por donde dicho líquido ha pasado, exigiendo, para ser utilizado en los distintos usos a que se presta, una buena filtración.

Turbidez. — Muchas veces, en aguas turbias, tiene importancia la determinación aproximada del grado de turbidez, pudiéndose recurrir en tales casos, a métodos sencillos, como por ejemplo, por comparación en probetas de igual tamaño, con líquidos tipos cuya graduación se conoce.

Hay algunos aparatos que prestan cierta utilidad ; ellos están basados en la mayor o menor transparencia a diferentes distancias, que se miden por medio de reglas que van adaptadas a cada aparato.

Análisis cualitativo

Antes de efectuar las determinaciones cuantitativas de que nos ocuparemos más adelante, conviene practicar un rápido ensayo cualitativo, cuyo único fin consiste en indicarnos, aproximadamente, la naturaleza del agua y la existencia de compuestos anormales, así como para llamarnos la atención sobre los constituyentes cuya determinación cuantitativa interesa.

Dicho análisis, como asimismo el cuantitativo, debe practicarse sobre el agua límpida, siendo, por tanto, menester filtrarla cuando se presenta turbia o con depósito. Se comienza por reconocer la reacción al tornasol, primero en frío y luego en caliente, a fin de constatar si la reacción observada se mantiene aun después de hervir el agua. Esta determinación se puede hacer también, empleando la fenolftaleina como indicador. Las aguas de la formación pampeana tienen, generalmente, reacción alcalina, o ligeramente alcalina.

Otra determinación importante es la del oxígeno disuelto, que se lleva a cabo agregando a una cantidad de agua, algunos cristales de

sulfato-ferroso-amónico, cerrando luego el recipiente que la contiene. Procediendo de esta manera, si el agua contiene oxígeno disuelto, adquiere coloración amarillo-rosada, que se acentúa si la cantidad de gas es elevada, concluyendo por enturbiarse y precipitar una substancia de aspecto y color ocre.

Es también imprescindible la investigación de los nitratos, pues de la presencia de éstos y de sus proporciones, puede depender la clasificación del líquido analizado. Esta investigación se efectúa de diversas maneras: sea empleando la difenilamina, el yoduro de cinc y engrudo de almidón, el salicilato de sodio o la brucina, etc.; pero diremos que basta el empleo de la brucina en forma líquida o de cristales, la cual comunica al agua un tinte rosado, por adición de ácido sulfúrico, cuando contiene nitratos, aun en dosis sumamente reducida. Con la difenilamina, operando de la misma manera, la coloración producida por la presencia de nitratos, es la azul. Ambas reacciones son igualmente sensibles. Inútil será decir que todos los procedimientos cuantitativos pueden ser realizados, también, como cualitativos, con el inconveniente, es sabido, de la menor rapidez.

Las aguas contienen, asimismo, anhídrido carbónico al estado de libertad y semicombinado (anhídrido carbónico de los bicarbonatos), cuya determinación cualitativa se efectúa en la siguiente forma: En una probeta llena del agua por analizar se introduce agua de cal, que producirá un precipitado blanco en caso de reacción positiva. La investigación del anhídrido carbónico puede hacerse, también, por medio del ácido rosólico al 0,2 por ciento, en solución alcohólica a 80° tratada por el agua de barita que le da coloración rosa. Si mezclada esta solución rosada con el agua por examinar, la coloración vira del rosa al amarillo, se puede dar como probada la existencia de ácido carbónico libre; cuando ésta queda rosada es porque, además del anhídrido carbónico hay bicarbonatos. En presencia de este último, la tintura alcohólica de campeche se colorea de violeta.

Para la investigación de cloruros que, por otra parte, todas las aguas pampeanas y, en general, subterráneas tienen, se recurre al empleo del nitrato de plata. La de los sulfatos se lleva a cabo tratando una parte del agua por analizar por cloruro de bario en presencia de un exceso de ácido clorhídrico y calentando a la ebullición. Sabemos que el sulfato de bario precipitado no debe disolverse al practicar esta operación.

El ácido nitroso se investiga según formas distintas: pero el pro-

cedimiento más empleado es el que usa como indicador una mezcla de yoduro de cinc y engrudo de almidón (reactivo de Trommsdorff). Este método, aplicable también a la investigación del ácido nítrico previa reducción al estado de nitroso, da muy buenos resultados en la práctica, y a pesar de habérsele clasificado de inexacto por algunos autores a causa de que a veces, un exceso de oxígeno o de sales de hierro dan la misma reacción, es este un método sumamente generalizado. La reacción positiva del ácido nitroso se manifiesta por la coloración azul que toma el agua examinada.

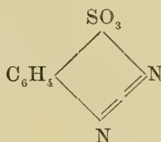
Griess ha propuesto el empleo de sulfato o clorhidrato de metafenilenediamina para la caracterización de los nitratos. El método está basado en la aparición de un color amarillo-claro o pardusco en el agua acidulada con ácido clorhídrico, cuando se la pone en contacto con una solución al 0,5 por ciento de una de las citadas sales de la metafenilenediamina, debido a la formación del pardo de Bismarck : clorhidrato de triamido-azo-benceno.

El método que da resultados comparables a los obtenidos siguiendo la técnica de Griess, es el propuesto por Riegler, que consiste en el empleo de una solución de naftionato sódico y β naftol. Para ello se mezcla una cantidad pequeña de agua con 8 ó 10 gotas del reactivo y se agregan 2 gotas de ácido clorhídrico puro. Se inclina luego el tubo y se hace correr por dentro de sus paredes 15 a 20 gotas de amoníaco, produciéndose una zona rosa cuando el agua contiene nitratos, zona que se difunde en toda la masa por agitación del tubo.

Mucha importancia e interés tiene también la determinación cualitativa del amoníaco, por cuanto su presencia suele ser, casi siempre, un dato desfavorable para el buen concepto del agua, que se clasificará como no potable cuando se constate la presencia de cantidades dosables.

El procedimiento clásico para la investigación del amoníaco es el que hace uso del reactivo de Nessler. La operación se conduce de este modo : se coloca en una probeta, cierta cantidad de agua al examinar, a la que se agrega un poco de soda cáustica y de carbonato de sodio en solución al 30 por ciento, previamente hervida. Se deja depositar durante diez o doce horas el precipitado que se haya formado y se decanta en otro recipiente, de donde se toma parte del agua límpida y se trata por el reactivo, que dará, infaliblemente, una coloración amarillo-rojiza que pasará a ser precipitado del mismo color cuando nos encontramos con aguas que contienen abundantes proporciones de sales amoniacales.

Nuestras aguas tienen, principalmente, una cantidad variable de materia orgánica, sobre la que se hace directamente la determinación cuantitativa, que sirve, a su vez, como dato cualitativo. Un procedimiento que conviene señalar para la constatación de vestigios de materia orgánica en el de Gries, quien emplea como reactivo el ácido paradiazobenzol sulfúrico



al centécimo, el cual, en presencia de aquélla, da una coloración amarilla, clara o intensa, según la cantidad de materia orgánica.

En nuestro estudio tiene igualmente importancia la investigación de fosfatos, la cual se hace empleando cantidades considerables de agua; se hace uso del molibdato de amonio en presencia del ácido nítrico, como reactivo, y se opera sobre el residuo de 200 a 400 centímetros cúbicos de agua.

La investigación cualitativa de las bases alcalinoterrosas y de los álcalis, se hace usando los procedimientos comunes empleados en química analítica, operando, es sabido, sobre el líquido evaporado previamente a sequedad.

Los demás detalles de manipulación no he creído necesario insertarlos en estas páginas, por creer que la descripción cuantitativa se encargará de llenar los vacíos dejados con respecto al análisis cualitativo.

Análisis cuantitativo

Grado hidrotimétrico. — La operación hidrotimétrica se practica con el objeto de conocer la dureza del agua, entendiéndose por tal la significación de la cantidad de substancias terrosas (sales calcáreas y magnésicas) que contiene. Estas aguas (duras) se enturbian fácilmente por ebullición y tienen residuo algo elevado, producen poca espuma con el jabón y no cuecen bien las legumbres. Después de sometidas a ebullición algunas de estas aguas duras suelen transformarse en dulces, a causa de que los carbonatos precipitan por esta operación. Si, en cambio, un agua contiene sulfatos y cloruros, la dureza no desaparece por ebullición y el agua se mantiene como antes; en el primer caso, cuando es motivada por carbonatos se le da el nombre

de dureza temporaria, y en el segundo caso, se le llama dureza permanente.

Para determinar la dureza de un agua se hace uso del análisis hidrotimétrico, propuesto por Clark; este método ha sido universalmente aceptado, siendo hoy empleado en todo el mundo, con la sola diferencia de que los resultados se dan en grados diferentes: grados franceses, grados ingleses, grados alemanes, y sigue prestando algunos beneficios aun hoy, principalmente donde no es posible efectuar análisis completos. Se le llama en Inglaterra por el nombre del autor; en Francia por el de procedimiento de Boutron y Boudet y en Alemania por procedimiento de Faisst y Knauss. El procedimiento es uno solo, diferiendo solamente en los grados, que calculan de distinta manera.

Teniendo en cuenta lo que se ha dicho sobre la variabilidad de la dureza, después de sometida el agua a la ebullición, la dividiremos, en dureza temporaria, permanente y dureza total; pero antes de explicar cada una de ellas por separado, daremos una breve idea de cómo interpretan el grado de dureza los tres países citados.

Ante todo, débese notar que el grado hidrotimétrico es una medida convencional y no absoluta, que en Inglaterra corresponde a un gramo de carbonato de calcio en 70.000 de agua; en Francia corresponde a un gramo de carbonato de calcio en 100.000 de agua, y en Alemania equivale a un gramo de óxido de calcio en 100.000 partes de agua. De esto se desprende fácilmente, que teniendo una determinación en grados de un país, se pueda representar en grados de otro, con sólo un simple cálculo que se aplica sabiendo que un grado francés es igual a 0°70 inglés y a 0°56 alemán.

Para la determinación del grado hidrotimétrico se emplean diferentes aparatos: hidrotimétrico, frasco graduado, pipeta, balón, siendo más conveniente emplear la bureta hidrotimétrica y si fuera posible una bureta ordinaria. En la bureta hidrotimétrica 23 divisiones equivalen a 2,4 centímetros; el 0 ocupa el segundo trazo de la graduación.

Para usarla, se le llena con la solución hidrotimétrica hasta el primer trazo, la distancia que existe entre este trazo y el del cero corresponde a la cantidad calculada como necesaria para producir una espuma persistente con el agua destilada.

Los reactivos empleados son:

1° Solución hidrotimétrica;

2° Solución valorada de cloruro bárico;

3° Solución de oxalato de amonio.

Solución hidrotimétrica. — Para la determinación de la dureza Clark empleaba una solución que contenía jabón de plomo y carbonato potásico, disueltos en alcohol absoluto, que titulaba con una solución de 0,523 por mil de cloruro de bario; pero esta solución hidrotimétrica no se conservaba bien y fué reemplazada por otras fórmulas en las que entraba el jabón amigdalino; el empleo de ésta no dió tampoco buen resultado y Courtonne propuso la fórmula siguiente, que no se altera o se altera muy poco por la acción del tiempo:

En un balón de un litro se coloca:

	Gramos
Aceite de almendras dulces o aceite de olivas.......	20 a 0,30
Lejía de soda a 36° Baumé........................	10
Alcohol a 95°..................................	10

Después de haber calentado durante algunos minutos a baño de maría hirviendo, tiene lugar la saponificación. Se agrega entonces 900 centímetros cúbicos de alcohol a 60°, se agita algunos instantes para disolver el jabón formado, se filtra, se deja enfriar a 15°C. y se completa a un litro con alcohol de la misma graduación.

Sin entrar a explicar la forma cúmo se determina el título de la solución hidrotimétrica, así como la preparación del cloruro de bario valorado (o en su lugar el cloruro de calcio) y la del oxalato de amonio, por ser ellos de manipulaciones sencillas, pasaré a tratar la verificación de la dureza de una muestra de agua.

1° *Dureza total* (CO_2, $MgCO_3$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, $CaCO_3$ y demás sales de calcio y de magnesio). — Se introduce en el frasco hidrotimétrico 40 centímetros cúbicos del agua por analizar y se agrega, poco a poco, la solución de jabón, hasta que por agitación se obtenga la formación de una espuma de medio centímetro de espesor y que persista durante 5 minutos. Cuando la solución empleada en 40 centímetros cúbicos del agua en cuestión sea elevada, debe diluirse ésta con agua destilada, de modo a evitar errores, que se producen operando con aguas muy duras. En la bureta se leerá el número de grados necesarios para pro ducir la espuma requerida, que será el grado hidrotimétrico total;

2° *Dureza permanente* ($CaSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Ca(NO_3)_2$, $Mg(NO_3)_2$, $MgCO_3$). — Se coloca en un matraz 100 centímetros cúbicos del agua por analizar, se calienta lentamente hasta ebullición, temperatura que se mantiene durante media hora. Luego se toma 40 centímetros cúbicos de esta solución, previamente filtrada y completada

a 100 centímetros cúbicos y se determina el grado de dureza en la misma forma que para la dureza total.

Aquí debemos de tener en cuenta que el carbonato de calcio es algo soluble en el agua: 0gr03 por litro, por cuyo motivo se acostumbra corregir el resultado disminuyéndole 3°;

3° *Dureza temporaria* ($Ca(CO_3H)_2$, $Mg(CO_3H)_2$, CO_2 libre y semicombinado). — Se tiene este dato por diferencia entre la dureza total y la permanente.

Para deducir cálculos de valor de estas determinaciones, hay que efectuar otras manipulaciones;

a) Se coloca en un matraz 50 centímetros cúbicos de agua, se añade 2 centímetros cúbicos de una solución a $^1/_{60}$ de oxalato de amonio, se agita, se deja reposar, se filtra y se determina el grado hidrotimétrico que, en este caso, estará constituído por sales de magnesio y anhídrido carbónico;

b) Se toma 50 centímetros cúbicos del agua privada de la dureza temporaria (operación 2ª) y se efectúa las mismas manipulaciones que en *a*, eliminándose en esta forma la totalidad de las sales de calcio.

Si se designa por d_1, d_2, d_3, d_4, los grados obtenidos en las operaciones 1ª *a* y 2ª *b*, se tendrá:

Grado hidrotimétrico total.................	d_1
Grado hidrotimétrico permanente	d_3
Anhídrido carbónico......................	$d_2 - d_4$
Sales de calcio..........................	$d_1 - d_2$
Carbonato de calcio	$d_1 - d_3 + (d_2 - d_4)$
Sales de magnesio........................	d_4
Sales de calcio aparte de los carbonatos....	$d_3 - d_4$

Observación. — Es conveniente hacer notar que el agua destilada que se emplea para completar volúmenes no debe acusar dureza.

Como los cloruros son un inconveniente para la exactitud de la dureza, Alesandri ha propuesto el método siguiente:

1° Determinar en la forma ordinaria la dureza total;

2° Evaporar hasta sequedad una determinada cantidad de agua y tratar el residuo con alcohol a 80°, filtrar y repetir el tratamiento hasta que el líquido filtrado no se modifique con nitrato de plata. Esta solución contiene todos los cloruros;

3° Disolver en poco ácido clorhídrico diluído el residuo insoluble en alcohol, evaporar a sequedad y tratar de nuevo con alcohol a 80°. Esta solución contiene los cloruros de calcio y de magnesio formados

por la acción del ácido clorhídrico sobre los carbonatos. El residuo insoluble de este ensayo estará formado por los sulfatos terrosos.

Se evapora a sequedad las soluciones alcohólicas obtenidas en la 2ª y 3ª operación y el residuo se disuelve en tanta agua cuanto era el volumen que se había tomado al principio para la operación 2ª.

Se practican ensayos hidrotimétricos sobre la totalidad de los cloruros en solución, sobre los que provienen de los carbonatos y sobre la solución de los sulfatos que han quedado después del tratamiento alcohólico. De este modo se obtiene los grados hidrotimétricos separados para los cloruros sulfatos y carbonatos.

El mismo autor recomienda como solución, una compuesta por: 3150 gramos de estearato de sodio, 600 centímetros cúbicos de agua y 404 centímetros cúbicos de alcohol a 40°, 20 centímetros cúbicos de esta solución corresponden a 0.0056 de óxido de magnesio.

La determinación del grado hidrotimétrico del agua no tiene hoy la importancia que se le dió en otras épocas; hay numerosas causas de error, que hacen que esta operación dé resultados más o menos aproximados a la realidad y variables debido a un crecido número de causas de errores. M. A. Levy hace notar que son numerosos los motivos de errores, que resumidos serían:

1° El agua destilada jamás tiene un título nulo;

2° Los resultados varían según la rapidez con que se vierte la solución hidrotimétrica. El autor recomienda echar de a 10 gotas al empezar la operación, de a cinco gotas cuando la saturación está casi al final y disminuir hasta dos gotas cuando la operación está por terminarse;

3° Suele formarse una falsa espuma a causa del exceso de sales de magnesio. Cuando este fenómeno se manifiesta, aconseja añadir 10 gotas de amoníaco diluído que la hace desaparecer. El doctor Raffo ha comprobado (tesis) que no es menester la adición de amoníaco y que basta añadir un pequeño exceso de la solución hidrotimétrica para que la falsa espuma desaparezca;

4° Después de la ebullición queda disuelta en el agua una cantidad de carbonato cálcico que no es constante como lo afirman Boutron y Boudet; esta cantidad varía desde 0.021 hasta 0.032 y depende: de la duración de la ebullición, volumen de agua empleado, modo de enfriamiento, etc. Por otra parte, Fresenius asegura que el agua después de ebullición puede retener en disolución hasta 0.113 por mil de carbonato de calcio;

5° El autor mencionado llama la atención sobre la necesidad de

verificar frecuentemente y con mucho cuidado, el título del licor;

6° Las cantidades de sales contenidas en el agua hacen variar, también, este dato, aún cuando las substancias que producen la dureza del agua permanezcan constantes;

En el laboratorio químico del « Mapa topográfico y geológico de la provincia de Buenos Aires » se emplea, para la determinación de la dureza el método volumétrico de Pfeifer y Wartha, que consiste en lo siguiente: Se mide 100 centímetros cúbicos del agua por analizar y se neutraliza con ácido clorhídrico N/10, con metil orange como indicador y efectuando la operación en frío. El ácido clorhídrico N/10 empleado corresponde a la suma total de los bicarbonatos (hay que tener presente que las aguas pampeanas rara vez tienen carbonatos neutros). Una vez efectuada la neutralización, se alcaliniza con una mezcla de partes iguales de NaOH N/10 y Na_2CO_3 N/10; se hierve durante algunos minutos y se deja enfriar. Se vuelve a llevar a un volumen determinado, v. gr. 150 centímetros cúbicos y en 100 del filtrado se determina el exceso de álcali por medio del ácido clorhídrico N/10 y metil orange. Se hace el cálculo para 150 centímetros cúbicos y la diferencia entre el álcali empleado y el ácido necesario para su neutralización, dará la cantidad de solución alcalina empleada en la precipitación de las bases CaO y MgO. El número de centímetros cúbicos de solución alcalina, multiplicado por 2.8 equivale a la dureza en grados alemanes, y si se multiplica por cinco a la dureza en grados franceses. El método indicado presenta la ventaja de ser, según lo expresado por el señor jefe del laboratorio mencionado, más exacto que el procedimiento de Clark y dar resultados comparables con los de la alcalinidad total, para cuya determinación emplean un método que permite también obtener los resultados en grados, que comparados con los de la dureza nos dicen inmediatamente si un agua es tipo alcalina, neutra o dura.

En cuanto a la dureza temporaria, la calcula tomando como base la alcalinidad, pues la alcalinidad en la mayoría de las aguas proviene de los bicarbonatos (excepción hecha de las aguas minerales). De la cantidad total de óxidos de calcio y de magnesio, calculados en óxido de calcio, se resta la cantidad de mismo óxido calculado según la alcalinidad y el excedente de CaO + MgO en CaO representa la cantidad de sales de ácidos fuertes. La cal de los bicarbonatos calculada de tal manera corresponde a la dureza temporaria, siendo la dureza permanente la que corresponde a las sales de calcio y de magnesio de los ácidos fuertes.

Alcalinidad. — Del mismo modo que la dureza, el laboratorio del mapa topográfico y geológico, denomina a las alcalinidades con los nombres de verdadera y aparente.

En la página 2 de un folleto publicado en 1909 por la sección geológica de la mencionada repartición se lee: «Del método usado por Lunge para determinar la dureza temporaria, hemos deducido como consecuencia lógica, la forma de calcular la alcalinidad permanente.

« Si tenemos un agua en que la alcalinidad es mayor que la dureza, (como sucede generalmente en las aguas de la provincia de Buenos Aires), el valor D—A se hace negativo, es decir, que no existe dureza permanente; nos encontramos entonces con exceso de alcalinidad que sólo puede corresponder a sales alcalinas, y es precisamente a este exceso de alcalinidad que llamamos *alcalinidad permanente,* análoga, por otra parte, a la dureza permanente que a su vez representa el exceso de dureza sobre la alcalinidad.

« Por el método antiguo, aplicado muy a menudo para determinar el valor de la alcalinidad correspondiente a los bicarbonatos y a los carbonatos, análogo al empleado para la determinación de la dureza permanente, se evaporaba cierta cantidad de agua, se lavaba el residuo con agua destilada hervida y en el filtrado se determinaba la alcalinidad que era calculada en carbonato de sodio. Se obtiene por este método la alcalinidad permanente demasiado elevada, debido esto a la cantidad de los carbonatos alcalino-terrosos disueltos, y en primer lugar, naturalmente, por el de magnesio. La *alcalinidad permanente,* así encontrada, la llamaremos aparente por contraste con la verdadera que resulta de la diferencia entre la alcalinidad total y la dureza total ».

Ahora bien, para que la alcalinidad y la dureza puedan ser comparadas entre sí, se ha introducido el equivalente I/10 normal como unidad de alcalinidad y de dureza. En esta forma, resulta sumamente fácil clasificar una muestra de agua en uno de los tres tipos:

1° Dureza mayor que la alcalinidad;

2° Dureza igual que alcalinidad;

3° Alcalinidad mayor que dureza;

pues basta la lectura de los grados obtenidos para darse cuenta de la composición de las aguas. Además, en nuestro caso de las de origen pampeano, tiene esto mucha importancia, puesto que las aguas de esta procedencia geológica presentan la particularidad de ser: las poco mineralizadas, casi invariablemente de alcalinidad mayor que

dureza, mientras que las muy mineralizadas, casi invariablemente de dureza mayor que alcalinidad.

El procedimiento consiste en lo siguiente:

Se determina la alcalinidad total por medio de una solución N/10 de ácido clorhídrico y se la expresa por el número de centímetros cúbicos empleados para neutralizar 100 centímetros cúbicos de agua:

$$A = T \text{ (cm}^3 \text{ HCl N/10)}.$$

Por otra parte se determina la dureza total por el método de Wartha, expresándola por el número de centímetros cúbicos I/10 normal de la mezcla $NaOH + Na_2CO_3$ empleada para precipitar la totalidad de CaO, MgO.

$$D = U \text{ (cm}^3 \text{ N/10)}.$$

Como los valores T y U son números equivalentes, es natural que sean comparables entre sí.

En casi todos los laboratorios químicos del país se determina la alcalinidad en una forma completamente independiente de la dureza.

Para la alcalinidad total se mide una cantidad de agua, 200 centímetros cúbicos, por ejemplo; se le agrega un exceso de H_2SO_4 N/10 y se la hace hervir durante cinco a diez minutos. Por efecto de esta operación el anhídrido carbónico es expulsado y los carbonatos y bicarbonatos se transforman en sulfatos. Se determina el exceso de ácido sulfúrico por medio de una solución N/10 de hidrato de sodio y la diferencia entre el ácido empleado y el hallado por medio de la soda, representa, haciendo el cálculo correspondiente, la alcalinidad total del agua en H_2SO_4, en Na_2CO_3, etc., según se quiera. En cuanto a la dosificación de la alcalinidad verdadera (la que proviene de los carbonatos de sodio y de potasio) se practica sometiendo el agua a una ebullición previa, generalmente durante media hora, se la hace enfriar y se la filtra. Sobre el agua filtrada se determina la alcalinidad en igual forma que la indicada al referirnos a la alcalinidad total.

Como al operar de este modo no precipita todo el carbonato de calcio existente en el agua, sino que queda disuelta una pequeña parte, aumentando su alcalinidad verdadera, se acostumbra disminuir de la alcalinidad encontrada la cantidad de ácido sulfúrico equivalente a 0.03 por ciento de carbonato de calcio, que es 0.0394.

Materias en suspensión. — Estas pueden ser de origen orgánico o

inorgánico; pero conviene hacer notar que rara vez se observan en las aguas de pozo, por lo cual su determinación pierde un poco su interés en el caso de las aguas subterráneas. Sin embargo diré que para dosificarlas se filtra una determinada cantidad de agua sobre filtros pareados, se lava con agua destilada, se seca a la estufa a 100° C. una vez frío se pesa.

Residuo sólido total. — En nuestras aguas pampeanas se determina la cantidad de residuo en igual forma que en los demás tipos de agua; se mide una cantidad variable entre 200 y 500 centímetros cúbicos del agua por analizar, previamente filtrada cuando es turbia, se introduce en un recipiente tarado y se evapora a sequedad a baño de maría; luego se seca en estufa de aire caliente regulada a 100-105° C., se deja enfriar y se pesa.

Se ha ideado una serie de aparatos con el objeto de impedir que las substancias en suspensión en el aire se depositen en el interior de las cápsulas o cristalizadores y modifiquen los resultados; pero ellos resultan de una aplicación más teórica que práctica, pues en los laboratorios no hay necesidad de valerse de tales recursos para impedir la acción de las materias en suspensión en el aire, bastando con la colocación del baño de maria en el interior de una campana, que se tendrá cuidado en cerrar.

A veces se determina también el residuo a 180° C., que, como se comprende, se obtiene sometiendo el residuo que ha quedado a 100-105°, a una temperatura de 180° C., hasta peso constante.

Una vez determinado el residuo a 180° se lleva al rojo débil, observando la precaución de no pasar de esta temperatura para evitar que los cloruros se volatilicen. Se deja enfriar y se pesa, teniéndose de este modo el residuo al rojo.

Cuando se desea conocer el residuo al rojo previo tratamiento con H_2SO_4, una vez efectuada la determinación anterior, se agrega ácido sulfúrico en exceso y se evapora en baño de arena, con precaución, para evitar pérdidas, y una vez eliminado este exceso, se calienta al rojo débil. Luego se agrega carbonato de amonio, que tiene por objeto transformar los bisulfatos alcalinos en sulfatos neutros, y se vuelve a calentar al rojo hasta peso constante; se deja enfriar y se pesa.

Cloruros. — Esta determinación, que puede efectuarse por pesada o volumétricamente, se lleva a cabo siempre en esta última forma.

Se sigue, para ello, uno de los procedimientos siguientes:

1° Se mide una cantidad de agua, se le agrega varias gotas de

una solución acuosa de cromato de potasio, y por medio de una bureta se le hace caer la cantidad necesaria de una solución N/10 de nitrato de plata;

2° También se suele emplear el procedimiento de Volhard, que consiste en agregar al agua un poco de sulfato férrico potásico al 20 por ciento y un exceso de nitrato de plata, midiendo luego este exceso por medio de una solución N/10 de sulfocianuro de amonio, que dará a la solución una coloración rosada cuando todo el excedente de sal de plata se haya combinado al sulfocianuro. La diferencia entre la cantidad de $AgNO_3$ N/10 empleada y la encontrada por medio del sulfocianuro, corresponde a la cantidad de nitrato de plata gastada por combinación con los cloruros.

Es fácil, entonces, deducir la cantidad de cloro que corresponde a la sal de plata consumida. Este método tiene sobre el anterior la ventaja de que no es necesario que el agua sea absolutamente neutra; al contrario, se aconseja agregarle, antes de operar con el sulfocianuro, unas gotas de ácido nítrico, para hacer desaparecer la coloración amarillenta que toma el agua por adición del sulfato férrico-potásico.

Cuando se requiere una rigurosa exactitud es preferible la dosificación gravimétrica al estado de cloruro de plata, en presencia de un exceso de ácido nítrico.

La cantidad de agua con que se debe operar depende de su composición: aguas poco mineralizadas exigen, por lo menos, 100 a 200 centímetros cúbicos; en cambio, en las ricas en esta sal pueden bastar 50, 20 y hasta 10 centímetros cúbicos.

Sulfatos. — Para la determinación cuantitativa de los sulfatos existen, igualmente, métodos volumétricos y gravimétricos. Entre los primeros merecen ser citados el de Vitali y el de Mildenstein, pero si se desean datos exactos es indispensable recurrir a la gravimetría. El procedimiento más usado es el basado en la insolubilidad del sulfato de bario en el ácido clorhídrico.

Se mide una cantidad de agua cuando no se utiliza el líquido restante de alguna operación anterior, se hace hervir y se le agrega ácido clorhídrico y un poco de solución de cloruro de bario al 10 por ciento. El precipitado obtenido, filtrado en caliente no ofrece, generalmente, mayores inconvenientes; en cambio, cuando se quiere operar en frío o hay que dejar que se deposite hasta el día siguiente, o hay que hacer la filtración a través de dos papeles de filtro, si se desea evitar el pasaje de parte del precipitado conjuntamente con el

líquido recogido. El precipitado separado por el filtro se seca a la estufa, se calcina, pesa y hace los cálculos correspondientes.

Los métodos por volumetría son muy útiles cuando se desea saber rápidamente la cantidad aproximada de sulfatos contenidos en el agua. No creo que ellos merezcan ser descriptos en detalle; baste decir que están basados, como el gravimétrico, en la precipitación de los sulfatos al estado de sulfato de bario.

Fosfatos. — Nunca he tenido oportunidad de determinar las proporciones en que se encuentran los fosfatos en las aguas pampeanas; probablemente han de estar en cantidades muy pequeñas, como en el resto de las aguas.

En dosis que excedan de las de vestigios puede ser considerado como proveniente de contaminación por productos orgánicos (orinas, materias excrementicias, etc.) y en tales casos, si se cree que su investigación cuantitativa puede arrojar alguna luz sobre el resultado general del análisis de una determinada muestra de agua, o sobre sus conclusiones, se practica la operación de este modo:

Se evapora una cantidad de agua más o menos considerable, se separa la sílice por insolubilización y filtración y el líquido recogido se evapora hasta sequedad con adición de ácido nítrico. Se disuelve el residuo con agua acidulada con el mismo ácido y se agrega una solución de nitromolibdato de amonio; hecho ésto, se deja en reposo durante 24 horas en el interior de una estufa regulada a la temperatura de 40° C., luego se filtra y se lava con la solución de nitromolibdato de amonio. Cuando se considera lavado en forma el precipitado se le disuelve en amoníaco, empleando la menor cantidad posible de este reactivo; se acidifica luego con ácido clorhídrico agregado gota a gota, y cuando el precipitado que se forma se ha redisuelto en el excedente de ácido, se le trata por la mezcla magnesiana y el precipitado obtenido se calcina y se pesa.

Anhidrido silícico. — La parte salina que ha servido para la determinación del residuo sólido total se adiciona de ácido clorhídrico y se evapora a sequedad en cápsula de platino, repitiendo esta operación dos o tres veces, con el fin de insolubilizar la sílice. Después de esto se agrega agua destilada ligeramente acidulada con ácido clorhídrico, se filtra, lava el precipitado con agua destilada, se seca y pesa al estado de SiO_2. Generalmente, después de la última evaporación a sequedad se lleva el residuo a 120-140° C., antes de hacer el tratamiento con agua acidulada.

El líquido proveniente de la separación de la sílice se divide en

dos partes. En una se determina las sales de hierro, aluminio, calcio, magnesio, etc., y en la otra el anhídrido sulfúrico en la forma ya expresada, el sodio y el potasio.

Sales de aluminio. — En una de las porciones separadas en la operación anterior se agrega cloruro de amonio y amoníaco en exceso, se lleva a la ebullición, se deja decantar, se filtra y lava con agua destilada, mejor si es caliente. En esta forma precipitan el hierro, el aluminio, el fósforo y el manganeso, etc.; se disuelve en ácido clorhídrico el precipitado obtenido y se neutraliza casi completamente el líquido formado con una solución diluída de carbonato de amonio; se hace hervir hasta precipitación de los hidratos que luego se filtran y lavan. Estos hidratos vuélvense a disolver en nueva cantidad de ácido clorhídrico y se agrega amoníaco, con el objeto de precipitar el aluminio, hierro y fósforo. Se efectúa una nueva filtración, se lava y finalmente se calcina.

Del peso obtenido debe restarse el del anhídrido fosfórico determinado separadamente, y el del óxido de hierro que también se investiga especialmente, y la diferencia que resulta será el óxido de aluminio contenido en la cantidad de agua sobre la que se ha operado.

Sales de hierro. — La determinación de las sales de hierro en las aguas pampeanas tiene escasa importancia, porque es rarísimo que se las halle en proporciones cuyo conocimiento pueda tener interés. Sin embargo, conviene decir algunas palabras sobre ella.

Entre los numerosos procedimientos empleados con tal fin puede citarse el colorimétrico a base de alumbre férrico y el volumétrico por medio del permanganato de potasio, en cuyo caso es necesario operar sobre el precipitado de óxidos de hierro, aluminio y fósforo, que se disolverá en ácido clorhídrico y reducirá previamente al estado de sal ferrosa.

La investigación por el método colorimétrico se efectúa concentrando hasta un volumen de 50 centímetros cúbicos un total de 300 a 500 centímetros cúbicos del agua por analizar, a los cuales se adicionará, de antemano, de uno a dos centímetros cúbicos de ácido clorhídrico y una pequeña cantidad de clorato de potasio, adición cuyo objeto es oxidar las sales de hierro. Se completa con agua destilada hasta un volumen de 100 centímetros cúbicos y se agrega ferrocianuro de potasio.

Por otra parte, se ha preparado una solución de alumbre férrico, con una concentración de 0.898 por mil de sal cristalizada en agua

destilada, solución con la cual se preparan diluciones al 1/10, 1/100, etc. Se toman varias de estas disoluciones (100 cm^3) y se les agrega también un centímetro cúbico a cada una de ferrocianuro de potasio.

La coloración azul que toma el agua al ser tratada por el reactivo indicado se repetirá con igual intensidad en algunas de las diluciones de alumbre férrico preparadas, siendo, por tanto, dicha solución la que indicará, previo cálculo, la cantidad de sal de hierro contenida en el agua analizada.

Óxido de calcio. — La determinación del óxido de calcio puede efectuarse sobre el líquido que ha quedado después de separar la sílice, el fósforo, el hierro y el aluminio. Si su volumen se ha aumentado demasiado por el lavaje, se concentra y en caliente se agrega un exceso de una solución de oxalato de amonio, por medio de la cual todo el calcio precipitará al estado de oxalato de calcio. Si se tiene la precaución de llevar dicho líquido con el precipitado a la ebullición, con los cuidados que se requieren, el oxalato de calcio se depositará rápidamente y la filtración, previo enfriamiento, y su lavaje con NH_3 al tercio, podrán hacerse con toda facilidad. Luego se seca el precipitado recogido sobre el filtro, y se calcina y transforma en sulfato de calcio por adición de ácido sulfúrico, que conviene sea diluído (25 °/₀) en agua. Se elimina al baño de arena el excedente de ácido sulfúrico y luego se calcina y pesa al estado de $CaSO_4$.

Óxido de magnesio. — Sobre el líquido que ha quedado de la operación anterior se determina las sales de magnesio, agregándole la cantidad necesaria de fosfato de sodio y amonio. En esta forma la magnesia precipita al estado de fosfato amónico magnésico que se deja de 12 a 24 horas en reposo, en lugar templado o mejor caliente; pasado este tiempo, se filtra, lava con una solución acuosa de amoníaco en la proporción de tres de la primera por uno del último, hasta completo agotamiento del líquido primitivo, y luego se seca, calcina y pesa al estado de pirofosfato de magnesio.

Óxidos de sodio y de potasio. — En el líquido que ya ha servido para la determinación de la sílice y del anhídrido sulfúrico, se efectúa, también, las dosificaciones de los óxidos expresados. Para ello se evapora dicho líquido hasta sequedad, se disuelve el residuo en agua destilada, se le agrega un ligero exceso de lechada de cal y se lleva a la ebullición, con el fin de transformar la magnesia en hidrato de magnesio insoluble. Una vez separadas por filtración las substancias sólidas, se agrega una cantidad en exceso de carbonato de amonio, oxalato del mismo y amoníaco, lo que produce la precipitación de los metales

térreos que se separarán por filtración después de un reposo de 24 horas. El líquido filtrado se evapora a sequedad y se calienta al rojo. Se transforma, luego, los óxidos de sodio y de potasio en cloruros, se calientan un instante al rojo y se pesan al estado de cloruros de sodio y de potasio.

Cuando se ha efectuado esta pesada sólo falta separar dichos cuerpos alcalinos, para lo cual se disuelven los cloruros en agua destilada, se trasvasan a una cápsula de porcelana y se tratan por un exceso de cloruro de platino al uno por ciento. Se lleva la concentración hasta consistencia siruposa y se trata por alcohol-éter 3:1. Finalmente, se recoge el precipitado sobre filtros gemelos, se lava con la mezcla alcohol-éter, se seca a la estufa a 130° y se pesa al estado de cloruro doble de platino y de potasio. Se hace el cálculo correspondiente y por diferencia con la suma de ambos se obtiene la cantidad de sodio contenida en el agua.

Ácido carbónico. — La determinación del ácido carbónico puede ser efectuada por varios procedimientos, sea volumétricos, sea gravimétricos. Sin embargo, su existencia en las aguas que nos ocupan no tiene una importancia tan grande como para tener que recurrir a los métodos gravimétricos. La rapidez con que se opera por volumetría y la relativa exactitud que por dicho procedimiento se obtiene, hacen que normalmente, cuando el anhídrido carbónico no es lo que principalmente interesa conocer en el agua, se le emplee en esta clase de determinaciones.

Generalmente el anhídrido carbónico se encuentra en las aguas pampeanas, en dos formas distintas:

1° Al estado de semicombinación con los óxidos de sodio, calcio, magnesio, etc., con los cuales constituye los bicarbonatos correspondientes: $NaHCO_3$; $Ca(CO_3H)_2$; $Mg(CO_3H)_2$;

2° Al estado de libertad, formando el hidrato H_2CO_3. Sólo por excepción se encuentran en ellas carbonatos neutros.

La determinación cuantitativa del anhídrido carbónico al estado de libertad, conjuntamente con el semicombinado, puede hacerse empleando el método de Pettenkofer, cuyo principio consiste en titular, por medio de ácido oxálico, el exceso de una determinada cantidad de cloruro de bario o de calcio, agregada al agua con el propósito de precipitar el anhídrido carbónico libre.

Se coloca 100 centímetros cúbicos de agua en un balón de 150 centímetros cúbicos, se agrega 45 centímetros cúbicos de agua de barita y 5 centímetros cúbicos de cloruro de bario, cuyo objeto es evitar, en

el caso de que haya sales alcalinas que puedan dar lugar a combinaciones con el bario, que dichas combinaciones se formen. Se deja algunas horas en reposo, más o menos diez, luego se miden 50 centímetros cúbicos de la solución límpida y se practica la titulación alcalimétrica con ácido oxálico o clorhídrico, en solución decinormal. El resultado se multiplica por 3, para llevarlos a los 100 centímetros cúbicos con que se ha trabajado. La diferencia entre el título hallado para el agua de barita y el que tenía antes de la operación, representa el $Ba(OH)_2$ combinado con el anhídrido carbónico y los bicarbonatos del agua, siendo fácil deducir de aquí, la suma CO_2 libre $+ CO_2$ semicombinado.

Efectuada esta determinación, basta dosificar el anhídrido carbónico en una sola de sus formas (libre por ejemplo), para deducir, por diferencia, la cantidad de anhídrido carbónico al estado de semicombinación.

La determinación del anhídrido carbónico libre no puede hacerse, en el caso de las aguas pampeanas, empleando el método de Pettenkofer (solución alcohólica neutra de ácido rosólico) porque debido a los bicarbonatos alcalinos la coloración rosada aparece aun cuando el agua contiene cantidades apreciables de anhídrido carbónico libre. Por esta causa se aconseja, más bien, el método siguiente:

Se mide 100 centímetros cúbicos del agua por analizar, se adiciona de algunas gotas de fenolftaleína y se agrega Na_2CO_3 N/10 hasta que se observe la aparición de una ligera coloración violeta rosada persistente. Esta operación se repite agregando de una vez casi todo el carbonato de sodio hallado y se termina la titulación sin dejar de agitar el líquido. Como cada centímetro cúbico de CO_3Na_2 N/10 corresponde a 0.0022 de CO_2, el cálculo resulta fácil.

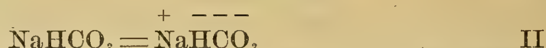
Este procedimiento es de una buena aplicación en el ensayo de las aguas pampeanas, notándose tan sólo que la coloración rosada, que indica el fin de la reacción, no se intensifica por exceso de reactivo cuando el agua que se analiza es rica en bicarbonato de sodio, lo cual ha explicado el doctor Bade en una publicación hecha en 1909 en la forma siguiente:

« Si a una solución de carbonato alcalino se agrega fenolftaleína, el líquido se enrojece, lo que nos demuestra la presencia de iones de oxidrilo que se han formado por hidrólisis.



$$\overset{+}{Na}\overset{+}{Na}\overset{--}{CO_3} + \overset{+}{H}\overset{-}{OH} = \overset{+}{Na}\overset{-}{OH} + \overset{+}{Na}\overset{---}{HCO_3} \qquad I$$

« El bicarbonato de sodio en solución acuosa se halla disociado del modo siguiente:



$$NaHCO_3 = \overset{+}{Na}\overset{-}{HCO_3} \qquad \text{II}$$

« Así, en presencia de bicarbonato de sodio predominan los iones $\overset{+}{Na}$ y HCO_3 que, según la ley de la acción de la masa, tienen que influír para que la reacción de la fórmula primera se verifique en el sentido de la ecuación de derecha a izquierda, con lo que impide casi completamente la hidrólisis del carbonato de sodio y por consiguiente debilita la coloración con fenolftaleína. »

El inconveniente que presenta el procedimiento de dosificación que nos ocupa, cuando las aguas contienen mucho hierro, no tiene valor en nuestro caso de aguas pampeanas, pues, como se ha dicho, ellas contienen pequeñas cantidades de sales de hierro.

Materia orgánica.—No estando contaminadas, la materia orgánica que contienen las aguas pampeanas es insignificante, y está representada generalmente por cifras variables entre 0.0020 y 0.0060 gramos por litro de agua, tendiendo a disminuír, se sabe, a mayor profundidad. Esta materia orgánica puede provenir de substancias vegetales o animales y se encuentran disueltas en el agua, por descomposición de las materias albuminoideas, grasas e hidratos de carbono por los microorganismos, etc. De los dos grandes grupos a que puede pertenecer, vegetal y animal, el que más interesa es este último; la materia orgánica contenida en el agua es más o menos perjudicial según sea la procedencia; pero tiene verdadera importancia cuando proviene de las transformaciones de los residuos cloacales, por ejemplo.

La diferenciación entre materia orgánica de origen vegetal y animal no es prácticamente factible, dadas las pequeñas cantidades sobre las que habría que operar; por eso carecen de valor real los métodos que, con tal objeto, han propuesto algunos autores.

Lo más práctico, y es lo que se hace en los laboratorios, es determinar la materia orgánica en los medios ácidos y alcalino.

Habitualmente se sigue el procedimiento de Kubel-Tiemann (solución ácida) y el de Schulze y Trommsdorff (solución alcalina), anotándose que los resultados han sido obtenidos por uno u otro.

Para practicar la operación en medio ácido, es necesario disponer de las soluciones siguientes:

1° Agua redestilada en presencia de permanganato de potasio e hidrato de sodio, desechando las partes que pasan al principio y al fin de la destilación;

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Juan J. J. Kyle
Ing. J. Mendizábal Tamborrel. — Dr. Estanislao S. Zeballos
Enrique Ferri. — Dr. Eduardo L. Holmberg. — Ing. Guillermo Marconi. — Dr. Walther Nernst

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Aguilar, Rafael	Méjico.
Arteaga, Rodolfo de	Montevideo.
Alfonso Paulino	Sgo. de Chile.
Ballvé, Horacio	I. de Año N.
Bodenbender, Guillermo	Córdoba.
Bolívar, Ignacio	Madrid.
Bertoni, Moisés	P. Bertoni (P.).
Bailey, Willis	Washingtón.
Bruce, William	Edimburgo.
Carvalho, José Carlos	Río Janeiro.
Corti, José S.	Mendoza.
Corthell, Elmer	New York.
Delage, Yves	París.
Fuenzalida, José del C.	Sgo. de Chile.
Fontana, Luis Jorge	San Juan.
Guignard, León	París.
Guimarâes, Rodolfo	Amadora (P.).
Gez, J. W.	Corrientes.
Gjertsen Hjalmar Fredrik	Noruega.
Kinart, Fernando	Amberes.
Lafone Quevedo, Samuel A.	La Plata.
Lillo, Miguel	Tucumán.
Luiggi, Luis	Roma.
Lugo, Américo	Santo Domingo
Lorin, Henri	Bordeos.
Larrabure y Unánue Eugenio	Lima.
Morandi, Luis	Villa Colón (U).
Moore, Clarence	Filadelfía.
Moretti, Cayetano	Milán.
Martinenche, Ernesto	París.
Moore, John B.	Nueva York.
Montané, Luis	Habana.
Medina, José Toribio	Sgo. de Chile.
Montessus de Ballore	Sgo. de Chile.
Nordenskjiold, Otto	Gothemburgo.
Nilsen Fhowal	Noruega.
Paterno, Manuel	Palermo (It.).
Patrón, Pablo	Lima.
Porter, Carlos E.	Valparaíso.
Pena, Carlos M. de	Montevideo.
Poirier, Eduardo	Sgo. de Chile.
Pérez Verdia, Luis	Méjico.
Prestrud Christian	Noruega.
Reid, Walter F.	Londres.
Risso Patrón, Luis	Sgo. de Chile.
Reiche, Carlos	Sgo. de Chile.
Scalabrini, Pedro	Corrientes.
Sklodonska, Curie	París.
Spegazzini, Carlos	La Plata.
Shepherd, Williams R.	Colum. Univer. Nueva York.
Tobar, Carlos R.	Quito.
Torres Quevedo, Leonardo	Madrid.
Uhle, Max	Lima.
Villareal, Federico	Lima.
Von Ihering, Hermán	San Paulo (B)
Volterra, Vito	Roma.

SOCIOS ACTIVOS

Acevedo Ramos, R. de.
Acevedo Díaz Eduardo.
Adamoli, Pedro A.
Adamoli, Santos S.
Adano, Manuel.
Aguirre, Eduardo.
Aguirre, Pedro.
Alberdi, Francisco.
Albert, Francisco.
Aldunate, Julio C.
Almanza, Felipe G.
Alvarez, Fernando.
Alvarez Raul.
Alvarez, Agustin J.
Amadeo, Tomás.
Amoretti, Alejandro.
Anasagasti, Horacio.
Anchorena, Juan E.
Anastasi, Camilo.
Ambrosetti, Juan B.
Añon Suarez, Vicente.
Angelis, Virgilio de.
Angli, Geronimo.
Arrillaga, Francisco C.
Aranguren, Juan F.
Aráoz, Alfaro Gregorio.
Arata, Pedro N.
Araya, Agustín.
Arigós, Máximo.
Arce, Manuel J.
Arcansol, Adolfo.
Arditi, Horacio.
Arroyo, Franklin.
Atarez, Guillermo.
Aubone, Carlos.
Avila, Alberto.
Ayerza, Rómulo
Aztiria, Ignacio.
Aztiz, Julio M.
Babacci, Juan.
Bado, Atilio A
Bade, Fritz.
Bachmann, Alois.
Ballester, Rodolfo E.
Barabino, Santiago E.
Barilari, Mariano S.
Barzi, Federico P.
Barrera, Raúl.

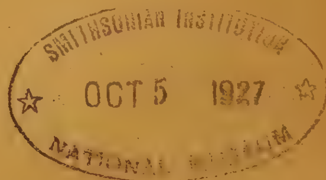
Battilana, Pedro.
Baudrix, Manuel C.
Bavio, Héctor A.
Bazán, Pedro.
Bernaola, Víctor J.
Bell, Carlos H.
Bergara, Ulises.
Besio Moreno, Nicolás.
Bés, Raúl.
Bialet Laprida, Amado.
Biraben, Federico.
Bolfo, José.
Bolognini, Héctor.
Bordenave, Pablo E.
Bosch, Benito S.
Bosch, Eliseo P.
Bosch, Jorge E.
Bosisio, Anecto.
Bonanni, Cayetano.
Bonneu Ibero, León M.
Bonarelli, Guido.
Bosque y Reyes, F.
Botto, Armando P.
Brané, Eugenio.
Breyer Trant, Adolfo.
Breyer Trant, Alberto.
Brèthes, Juan.
Brian, Santiago.
Briano, Juan. A.
Brindani, Medardo.
Bruch, Carlos.
Broggi, Hugo.
Buadá y Morant, Antonio.
Bunge, Carlos.
Buschiazzo, Juan A.
Bustamante, José L.
Butty, Enrique.
Calvo, Edelmiro.
Cáceres, Dionisio.
Cagnoni, Juan M.
Calcagno. Oreste.
Camus, Nicolás.
Candioti, Marcial R.
Canonica, Mauricio.
Cano, Roberto.
Cantón, Lorenzo.
Carabelli, Juan José.
Caminal, Martín A.
Carniglia, José.
Carranza, Marcelo.
Cardoso, Ramón.
Carbonell, José.
Carossino, Jacinto T.
Carboneschi, Carlos L.
Cartavio, Angel R.
Casadevall, Domingo.
Castellanos, Carlos T.
Castro, Vicente.
Carette, Eduardo.
Castro, Eduardo B.
Cozzi, Honorio.
Claypole, Jorge.
Cerri, César.
Cilley, Luis P.
Cynalewski, E. S.
Civit, Julio Nilo.
Chanourdie, Enrique.
Chapiroff, Nicolás de.
Chaudet, Augusto.
Chiappe, Leopoldo J.
Chueca, Tomás A.
Clariá, César.
Clérice, Eduardo E.
Cobos, Francisco.
Cock, Guillermo.
Collet, Carlos.
Colombo, Carlos A.
Contin, Diego T. R.
Compte, Riqué Julio.
Correa Morales, Elina G. A. de.
Cornejo, Nolasco F.
Cornejo, Abel F.
Cornejo Saravia, Joaquín.
Corvalán, Manuel S.
Coronel, Policarpo.
Corti, Emilio A.
Courtois, U.
Cremona, Andrés.
Cremona, Víctor.
Crinin, Demetrio.
Cuomo, Miguel.
Curutchet, Pedro.
Damianovich, Horacio.
Darquier, Juan A.
Dassen, Claro C.
Dates, Germán.
Debenedetti, José.
Debenedetti, Salvador.
Dietsch, Juan B.
Dellepiane, Luis J.
Deletang, Luis.
Demarchi, Torcuato T. A.
Demarchi, Marco.
Demarchi, Alfredo (hijo).
Demichelis, Juan B.
Delgado, Fausto.
Delgado, Agustín.
Doello Jurado, Martín.
Dobranich, Jorge W.
Domínguez, Juan A.
Dorado, Luis.
Douce, Raimundo.
Dolder, Julio.
Doyle, Juan.
Dubecq, Raúl E.
Duhau, Luis.
Dubois, Alfredo F.
Ducros, Pablo.
Duncán, Carlos D.
Durrieu, Mauricio.
Durán, José C.
Edo, Juan Manuel.
Eguia, Máximo.
Elía, Nicanor A. de.
Eppens, Gustavo.
Elordi, Juan J.
Escudero, W. E.
Esteban, Francisco.
Esteves, Luis P.
Etcheverry, Angel.
Faverio, Fernando.
Fernández, Alberto J.
Fernández Díaz, A.
Fernández, Poblet A.
Fernández, Daniel.
Fernández Basualdo, Gerardo.
Ferreyra, Miguel.
Ferraris, Alfredo E.
Flores, Emilio M.
Flores, Agustina J.
Fontana Company, Mario A.
Fornati, Vicente.
Frank, Paul.
French, Alfredo.
Friedel, Alfredo.
Frumento, Antonio R.
Gainza, Alberto de.
Galtero, Alfredo.
Gallardo, Angel.
Gallardo, Carlos R.
Gallino, Adolfo.
Gándara, Federico W.
Garbet, Adolfo.
Garat, Justo V.
García, Carlos A.
García, Jesús M.
Gatti, Julio J.
Gentilini, Pascual.
Gerardi, Donato.
Geyer, Carlos,
Ghigliazza, Sebastián.
Giménez, Angel M.
Girado, Francisco J.
Girado, Alejandro.
Girondo, Juan.
Girado, José I.
Girondo, Rafael.
Godoy, Sebastian.

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTÍFICA
ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

MARZO-ABRIL 1916. — ENTREGAS III-IV. TOMO LXXXI

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684
1916

ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales*, que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269**.

Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.

La Dirección.

PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías

	Pesos moneda nacional
Por mes	1.00
Por año	12.00
Número atrasado	2.00
— para los socios	1.00

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano

2° Solución diluída, 25 por ciento, de ácido sulfúrico;

3° Permanganato de potasio en solución en agua redestilada, preparada en tal forma, que un centímetro cúbico sea igual a 0.0001 gramos de oxígeno consumido activo ($KMnO_4 = 0.3951$ por mil). Debe conservarse en frasco obscuro;

4° Una solución de ácido oxálico preparada por disolución de 0.7876 gramos de ácido oxálico cristalizado y purísimo, en un litro de agua redestilada, de tal modo que un centímetro cúbico sea igual a 0.0001 de oxígeno consumido.

Cada vez que se deban utilizar estas soluciones, conviene verificar si las 3 y 4 se corresponden, pues podría ocurrir que por alteración de una de ellas o de ambas, no se correspondieran y en tal caso habría el peligro de obtener resultados inexactos. Cada centímetro cúbico de la solución 3 debe ser descolorada por un centímetro cúbico de la solución 4, operando con ellas en forma análoga a la que se emplea para efectuar la determinación de la materia orgánica sobre el agua por ensayar.

Esta determinación se efectúa del siguiente modo: Se mide 200 centímetros cúbicos del agua por ensayar que se introduce en un balón de boca angosta, se agrega 10 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluído y 20 centímetros cúbicos de permanganato de potasio y se hace hervir la mezcla durante diez minutos, transcurridos los cuales se retira el balón del fuego y se deja que el contenido se enfríe hasta 60° próximamente. Cuando el agua contiene mucha materia orgánica, al operar en la forma indicada el permanganato de potasio se descolora, siendo necesario agregar nuevas cantidades, hasta que el exceso de permanganato persista; recién entonces se dejará enfriar y se agregará 20 centímetros cúbicos de ácido oxálico, o una cantidad igual a la que se ha empleado de permanganato. Luego se agrega, gota a gota, nueva cantidad de permanganato de potasio hasta que la aparición de una coloración rosa persistente nos señale el término de la reacción. Por diferencia entre el permanganato empleado y el ácido oxálico gastado, se tiene el $KMnO_4$ consumido por el agua. A esta cantidad se le disminuye el consumido por igual cantidad de agua redestilada, sometida a las mismas operaciones, y la diferencia indicará la cantidad de permanganato de potasio que ha sido necesaria para oxidar la materia orgánica en 200 centímetros cúbicos del agua que se analiza.

El cálculo de oxígeno consumido se hace multiplicando por 0.0001 el número de centímetros cúbicos de permanganato empleado. Para

anotar el dato como permanganato gastado, hay que multiplicar el número de centímetros consumidos por 0.0003951 y calcular luego para mil centímetros cúbicos.

La determinación en medio alcalino, se hace midiendo una cantidad del agua por analizar, 200 centímetros cúbicos por ejemplo y haciéndola hervir durante diez minutos en presencia de 20 centímetros cúbicos de bicarbonato de sodio (o medio centímetro cúbico de solución acuosa de hidrato de sodio, 1 : 2) y 20 centímetros cúbicos de permanganato de potasio. Hecho esto, se enfría a 60° y se añade 10 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluído y 20 centímetros cúbicos de ácido oxálico, después de lo cual se agrega nueva cantidad de permanganato, hasta aparición de la coloración rosada persistente. Se calcula como en el método anterior.

Existen muchos otros procedimientos de dosificación de la materia orgánica, entre los cuales citaré el de Frankland y Armstrong que presenta la ventaja de que se puede calcular, previo análisis elemental del residuo, la relación entre carbono y nitrógeno, para deducir si la materia orgánica es de origen animal o vegetal. Este método no tiene aplicación práctica en el laboratorio, por cuanto es muy complicado y largo, aparte de que un pequeño error puede malograr la operación y hasta dar lugar a la deducción de conclusiones erróneas.

Wanklyn, Chapman y Smith deducen el grado de contaminación de un agua de la cantidad de ázoe que se obtiene oxidando la materia orgánica por medio del permanganato de potasio en solución alcalina, bajo la forma de amoníaco. A este ázoe le llaman ázoe albuminoideo.

Este procedimiento, bastante exacto y sencillo, no es sin embargo muy usado en la práctica diaria del análisis de agua, lo que es lástima, puesto que sus resultados son de un gran valor para el higienista, puesto que no sólo da a conocer el estado del agua en el momento en que se le analiza, sino que también puede deducirse por su medio, la mayor o menor aptitud para el desarrollo de los microorganismos.

Amoníaco. — Las determinaciones cuali y cuantitativa del amoníaco se hacen, generalmente, empleando el reactivo de Nessler, o sea el procedimiento conocido con el nombre de Frankland y Armstrong.

El amoníaco puede encontrarse en el agua anormalmente, al estado libre, salino y albuminoideo. En higiene interesa mucho conocer las proporciones en que entra cada uno de ellos, principalmente el

último, cuya presencia es indicio de contaminación; los otros, libre y salino, pueden existir en un agua, en proporciones que no excedan de la de vestigios.

La determinación del amoníaco libre y salino se efectúa haciendo uso de un aparato Schloesing, en cuyo matraz se introduce 100 centímetros cúbicos de agua redestilada y 2 gramos de carbonato de sodio puro y seco. Este líquido es sometido a la ebullición, destilando una pequeña porción con el objeto de eliminar los vestigios de amoníaco que incidentalmente pudiera contener el agua redestilada. Hecho esto, se deja enfriar y se agrega una pequeña cantidad del agua por analizar, la que es sometida a la acción del calor, con el objeto de destilar parte del líquido. Cuando ha destilado aproximadamente la quinta parte del volumen del agua introducida, se detiene la operación y se deja enfriar el destilado. Este líquido se redestila recogiendo la mitad.

Si se teme que haya quedado amoníaco en el balón, se continúa la destilación recogiendo el destilado en recipiente aparte, y se investiga el amoníaco por medio del reactivo de Nessler.

Cuando se cree que la operación está terminada, se coloca 100 centímetros cúbicos del líquido que ha pasado en la destilación, llevándolos previamente a un volumen determinado, en una probeta o tubo de Nessler, agregándole algunos centímetros del reactivo mencionado. Teniendo preparada de antemano una escala de soluciones a diversa concentración de amoníaco, es fácil, operando del mismo modo que con el agua, saber a cuál de las soluciones es comparable. Un simple cálculo dará la proporción de amoníaco existente en el agua.

Es de advertir que debido a la concentración que a veces suele tener el amoníaco contenido en un agua, en vez de la coloración amarillo-pardusca se produce un fuerte precipitado que impide efectuar una buena comparación. En tal caso conviene diluír el agua.

El reactivo de Nessler, de que hemos hablado, es una solución preparada del siguiente modo:

Se disuelve en caliente 50 gramos de yoduro de potasio en 250 centímetros cúbicos de agua; sin dejar enfriar, se le añade una solución caliente saturada de bicloruro de mercurio hasta aparición de un precipitado rojo persistente de biyoduro de mercurio, que se redisuelve con algunas gotas de yoduro de potasio. Finalmente, se agrega 150 gramos de potasa cáustica disuelta en 350 centímetros cúbicos de agua y se completa el volumen por adición de la cantidad de agua redestilada que sea necesaria para 1000 centímetros cúbicos.

Conviene conservar este reactivo al abrigo de la luz y de los agentes atmosféricos.

Para la determinación del nitrógeno albuminoideo se utiliza el método de Wanklyn, Chapman y Smith, que está basado en la propiedad que tiene la materia orgánica nitrogenada, de transformar el nitrógeno en amoníaco cuando se le calienta en presencia de permanganato de potasio alcalino.

Al residuo de la operación anterior se añade 25 o 50 centímetros cúbicos de permanganato de potasio alcalino (preparado con 8 gramos de permanganato de potasio, 200 gramos de hidrato de sodio y agua redestilada = 1000 cm^3) y se destila y se verifica de igual modo que en la operación anterior.

Se podría efectuar, también, dosificaciones gravimétricas, pero en la práctica no se llega nunca a tener necesidad de recurrir a estos métodos, por cuanto los procedimientos colorimétricos dan resultados bastante exactos. Otros detalles al respecto sería ocioso anotar.

Nitritos. — Las aguas pampeanas normales no deben tener nitritos y en caso contrario a lo sumo en las proporciones de vestigios. Su determinación cuali y cuantitativa se practica universalmente aprovechando la propiedad que tiene el licor de Trommsdorff de dar una coloración azul, más o menos intensa, en presencia de cantidades variables de nitritos. Los otros procedimientos que veremos luego, no se han generalizado tanto como el de Trommsdorff, a pesar de existir entre ellos algunos muy sensibles.

Para dosar los nitritos contenidos en el agua, por medio del procedimiento de referencia, se comienza por colocar 100 centímetros cúbicos del agua en estudio en una probeta de vidrio, agregando luego 2 centímetros cúbicos de reactivo de Trommsdorff y 1 centímetro cúbico de ácido sulfúrico al 30 por ciento. Al mismo tiempo se coloca en cada una de cuatro o cinco probetas del mismo tamaño, 100 centímetros cúbicos de agua destilada conteniendo de 1 a 5 centímetros cúbicos, respectivamente, de una solución de nitrito de sodio, preparada en la forma que se indicará más adelante, y misma cantidad de reactivo y de ácido sulfúrico al 30 por ciento que la empleada en el caso del agua por ensayar. En estas condiciones las probetas que contienen las soluciones de nitrito, y del agua que se analiza si también contiene dicha impureza, tomarán coloraciones azules de intensidades variables, alguna de las cuales será igual o semejante a la que presenta el agua. Por una simple comparación y cálculo se puede deducir la cantidad de nitritos, en N_2O_3 contenida en el agua en cues-

ción. La sensibilidad del reactivo se aumenta operando a baja temperatura.

J. König ha propuesto el empleo de un colorímetro especial, que consta de un tambor de seis caras, cada una de las cuales está recubierta con una cinta de papel, cuyos colores oscilan entre el celeste claro y el azul intenso, y de una probeta dispuesta sobre un dispositivo especial. Como se comprende, el ensayo se hace introduciendo el agua sospechosa (100 cm^3) en la probeta de referencia, así como las cantidades precedentemente expresadas de reactivos, y observando comparativamente a qué coloración del tambor corresponde la producida en el agua.

Sobre las cintas coloreadas está inscripta la cantidad de nitritos en N_2O_3 que tienen las aguas que producen los respectivos tintes.

Este método tiene el inconveniente de que reposa sobre la coloración de los papeles que rodean el tambor, que, como se sabe, están expuestos a descolorarse por la acción de la luz, prestándose a inducir en error, pues es claro que si la intensidad de color de los tipos de comparación se modifica, los resultados que se obtendrán operando con semejante dispositivo estarán falseados, tanto más cuanto mayor haya sido la transformación de los colores.

El reactivo de Trommsdorff se prepara de la manera siguiente:

Se disuelve 20 gramos de cloruro de cinc en 100 centímetros cúbicos de agua redestilada hirviendo y sin retirar el fuego, se agrega 4 gramos de almidón suspendido en poca agua, continuando la ebullición hasta que el almidón se haya disuelto, y reemplazando el agua que se evapora. Una vez límpida esta solución, se agrega nueva cantidad de agua y dos gramos de yoduro de cadmio disuelto en 10 centímetros cúbicos de agua redestilada y se completa a un litro con nueva adición de agua.

La solución de nitrito de sodio de que hablamos anteriormente, debe ser preparada como sigue: se pesa 0.406 de nitrito de plata, puro y seco, y se disuelve en 500 centímetros cúbicos de agua redestilada. Luego, con el objeto de transformarlo en nitrito de sodio se agrega un ligero exceso de cloruro de sodio, que dará lugar a la precipitación de cloruro de plata, que se separa por filtración. Terminada ésta, se completa el volumen a 1000 centímetros cúbicos con agua redestilada, y se tendría preparada la solución de nitrito de sodio, cuyo título será: 1 centímetro cúbico $=$ 0.00001 de N_2O_3.

La exactitud del procedimiento enunciado se resiente algo, cuando los nitritos contenidos en el agua que se ensaya están en proporción

elevada; por eso convendrá diluírla de tal modo que dicha impureza se aproxime a la cantidad de 0.0001 a 0.0004 de N_2O_3 por mil.

Según muchos autores no es éste el único inconveniente que puede presentar el procedimiento de Trommsdorff. Parece que la coloración azul no es característica y que puede ser originada por el oxígeno disuelto y hasta se ha dicho, por las sales de hierro contenidas en el agua.

Esta última objeción, según Salzmann, carece de valor, por cuanto resulta que para que las sales de hierro tengan influencia desfavorable, necesitan estar en proporciones tan elevadas que darían una intensa coloración al agua. La materia orgánica, en cantidad sensible, constituye también un inconveniente para el buen resultado del procedimiento.

Preusse y Tiemann proponen el empleo de la metafenilenediamina, que es de una sensibilidad mayor que el reactivo anterior. La operación se lleva a cabo agregando a 100 centímetros cúbicos del agua que se ensaya, un centímetro cúbico de la solución de metafenilenediamina y otro centímetro de ácido sulfúrico concentrado. Si se observa que en vez de coloración amarilla se produce una coloración rojiza, será conveniente diluír el agua y repetir la operación.

Otro procedimiento, de Feldhaus y Kubel está basado en la oxidación producida por el permanganato de potasio, que transforma el ácido nitroso en nítrico. No es exacto sino con mucho ácido nitroso.

Fuera de uso estarían los métodos de Longi, que por medio de la urea descompone el ácido nitroso en agua y nitrógeno; el de Ormandy y Cohen, con el par aluminio-mercurio ($N_2O_3 + N_2O_5$) y otros cuya enunciación omito.

Nitratos. — Con motivo de la contaminación se suele encontrar, con alguna frecuencia, apreciables cantidades de nitratos en las aguas pampeanas procedentes de perforaciones practicadas en regiones donde existen núcleos importantes de población. Un caso típico de contaminación se nos presenta en Quilmes, donde en un radio determinado, no se encuentra una sola muestra de agua que contenga menos de 0.10 de nitratos en N_2O_5 por mil, llegando en algunas muestras hasta 0.27 y a veces más, por mil. La región a que me refiero constituyó, en época no muy lejana, el cementerio de dicho pueblo, que la civilización arrasó, transportándolo a un paraje más apartado, y construyendo sobre los despojos de los caídos, los cimientos de un considerable número de edificios, cuyos propietarios o inquilinos hanse

visto en el duro trance de ingerir, conjuntamente con el agua, las últimas transformaciones de dichos despojos humanos.

Igual cosa suele ocurrir en lugares próximos a caballerizas, corrales, w. c., etc., no siendo de sorprender la presencia de una apreciable cantidad de nitratos en aguas de perforaciones practicadas en lugares casi despoblados.

Su determinación es de mucha importancia, por cuanto nos revela las condiciones en que se halla la perforación de donde proviene el agua que se analiza. Para ello se emplea en los laboratorios : el procedimiento de Grandval y Lajoux y el de Schultze y Tiemann.

El primero, que es muy rápido, se practica del siguiente modo: Se evapora a baño de maría 10 centímetros cúbicos del agua que se analiza, y sobre el residuo se agrega de 10 a 20 gotas de reactivo sulfo-fénico, (ácido fénico $7^{gr}50 + 92^{gr}5$ de ácido sulfúrico puro), un poco de agua redestilada y un exceso de amoníaco que dará lugar a la aparición de una coloración tanto más amarilla cuanto mayor sea la proporción en que se encuentran los nitratos. Luego se completa a 25 o 50 centímetros cúbicos con agua redestilada y se compara con soluciones tipos, preparadas así:

Se coloca en una cápsula 10 centímetros cúbicos de una solución valorada de nitrato de potasio, ($0^{gr}9444$ de KNO_3 puro, cristalizado, por mil de agua redestilada), se evapora a sequedad a baño de maría, se deja enfriar y se agrega un exceso de reactivo sulfofénico (10 a 20 gotas), diluyendo luego la solución con agua redestilada. Hecho esto, se agrega un exceso de amoníaco, que producirá una coloración amarilla de picrato de amonio, y se completa el volumen a 1000 centímetros cúbicos con agua redestilada. Los líquidos que sirven de tipo se preparan colocando 1-2-3-4, etc., centímetros cúbicos de esta solución en diversas probetas de vidrio de 50 centímetros cúbicos de capacidad, completando con agua redestilada el volumen indicado.

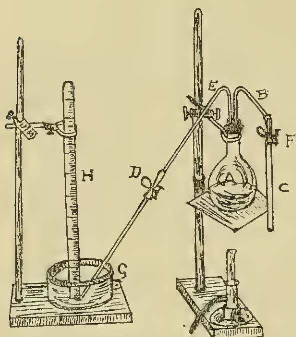
Este procedimiento no es muy exacto, sobre todo en aguas ricas en cloruros. En tales casos conviene separar dicha sal.

Cuando se desea efectuar una determinación exacta, es necesario recurrir al método, ya citado, de Schulze y Tiemann que utiliza la medida del bióxido de nitrógeno desprendida cuando se pone en presencia de los nitratos, una cantidad de cloruro ferroso y ácido clorhídrico.

El aparato empleado consta de los siguientes accesorios:

Un balón A de 150 centímetros cúbicos, aproximadamente, de capacidad, provisto de una tapa de dos aberturas, una de las cuales da

pasaje a un tubo de vidrio acodado E, cuya extremidad superior no sobrepasa la parte inferior del tapón, y la otra a un tubo, también acodado B, ligeramente afilado y cuyo extremo superior sobrepasa un poco la base inferior del mismo tapón. La otra extremidad está conectada a un tubo C por medio de otro de goma que se cierra y abre à voluntad, merced a una pinza dispuesta con tal fin.



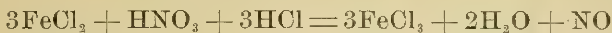
La extremidad inferior del tubo E se une en igual forma a otro tubo de vidrio encorvado inferiormente y sumergido en una cuba en la que se introduce soda o potasa al 10 por ciento. Sobre esta parte del tubo se dispone uno graduado, de extremidad superior cerrada, que servirá para medir el volumen de gas que se desprende del balón A.

Con este aparato hay necesidad de operar sobre grandes cantidades de agua evaporada, sobre todo cuando ésta contiene pocos nitratos.

Se concentra 500 a 1000 centímetros cúbicos del agua que se examina y el residuo obtenido se introduce en A, agregando asímismo, el líquido de lavaje del recipiente en que se hizo la evaporación. Se abren las pinzas y se calienta el líquido a la ebullición. Después de un momento, cuando todo el aire ha sido desalojado, se sumerge la parte encorvada en la soda o potasa y se hace burbujear el vapor. Se cierra la pinza D y se concentra el líquido hasta cerca de un volumen de 10 centímetros cúbicos; luego se sumerge la extremidad del tubo C en un vaso de agua destilada, se retira el fuego y se cierra la pinza F. Por enfriamiento se produce la aspiración de ambos líquidos en los tubos C y G y tiene lugar la producción del vacío en el balón A.

Una vez bien frío todo el sistema, se introduce la extremidad inferior de C en un recipiente que contenga 25 a 30 centímetros cúbicos de solución de cloruro ferroso y se coloca sobre la extremidad también inferior de G, la campana H llena de soda o potasa. Por la abertura de la pinza F, el cloruro ferroso pasa al interior del balón, debiéndose tener la precaución de cerrar la pinza antes de que haya sido absorbida toda la solución, a fin de evitar la entrada de aire. Se substituye el recipiente que contenía el cloruro ferroso, por otro que contenga ácido clorhídrico concentrado y se opera como en el caso anterior, abriendo la pinza F. Luego se calienta el balón y cuando por la

disposición que adquieren los tubitos de goma, se ve que la presión interior es mayor que la exterior, se abre la llave D y se deja pasar el gas que se produce:



$$3FeCl_2 + HNO_3 + 3HCl = 3FeCl_3 + 2H_2O + NO$$

Operación que se prosigue hasta que cese el desprendimiento de gas. Luego se traspasa la campana, ya fría, a una probeta larga con agua destilada y se hace la lectura del volumen ocupado por el gas. Habiéndose anotado la temperatura y presión, se efectúa la corrección por medio de la fórmula:

$$V_0 760 = \frac{V_1 (P - a - f)}{760 (1 + 0.00367t)}.$$

En que P = presión barométrica; a = corrección del barómetro en función de la temperatura; y f = tensión del vapor mezclado al NO a temperatura t.

Sabiendo que 1 centímetro cúbico de NO a 0° y 760 = 1.343 miligramos y corresponde a 2.417 de N_2O_5, resulta sencillo efectuar el cálculo.

Los demás procedimientos de dosificación de nitratos están fuera de uso, por lo cual no haré su descripción.

Oxígeno. — En las aguas pampeanas tiene poca importancia la dosificación del oxígeno. Vamos a dar, sin embargo, uno de los métodos que servirían para dicha determinación (Mohr).

En un frasco de más de un litro de capacidad se introduce un litro del agua que se analiza, y por medio de un tubo que llega hasta la superficie del líquido, sin tocarlo, se hace entrar anhídrido carbónico, que llenará el espacio que quedaba vacío. Se agrega un grano de sulfato ferroso amoniacal y se alcaliniza el líquido con lejía de soda, que dará lugar a la precipitación de hidrato ferroso. Se hace pasar una corriente de anhídrido carbónico durante un cierto tiempo y se cierra el frasco con un tapón de goma, colocándolo sumergido en el agua para mantenerlo a la temperatura ordinaria.

Se agita de tiempo en tiempo y después de dos horas se disuelve el precipitado mediante la adición de ácido sulfúrico diluído, determinando la cantidad de sulfato ferroso que hay en exceso por medio de una solución de permanganato de potasio N/10. Se deduce, de este modo, cuanta sal ferrosa ha pasado a férrica y por consiguiente la proporción de oxígeno contenida en el agua.

De la cantidad en peso encontrada se deduce la en volumen, teniendo en cuenta que un miligramo de oxígeno a 0° y 760 milímetros ocupa 0.696 centímetros cúbicos.

CAPÍTULO III

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DEL LOES PAMPEANO
CUADROS DE ANÁLISIS

Repitiendo lo que decía en el capítulo primero haré notar que las aguas del loes pampeano no responden, prácticamente, a un tipo único; por esta causa, al hablar de ellas haremos dos grandes divisiones: aguas pampeanas débilmente mineralizadas, *óligometálicas* y aguas que antes de llegar al pampeano han adquirido una composición dada, tomando elementos salinos de otros sitios por donde han hecho previamente su pasaje, o que han disuelto abundantes cantidades de sales de los antiguos esteros o lagos, tan comunes en la formación que nos ocupa.

Las primeras se presentan, como también lo hemos dicho, en una forma y composición química semejantes unas con otras; las segundas no tienen jamás una media de composición y no sólo no se asemejan a las primeras, sino que tienen caracteres químicos que las hacen desemejantes entre sí.

Muchas veces se presenta en la práctica el caso de tener que analizar dos muestras de agua de lugares relativamente próximos, o de una misma perforación a distintas profundidades, ambas correspondientes al pampeano, y sucede que, no obstante dicha procedencia, sus resultados difieren fundamentalmente, al extremo de que una se clasifica como químicamente potable y la otra como no potable, a causa de su riqueza en componentes minerales. ¿ Qué ha ocurrido con estas aguas ? ¿ Ha habido error al calcular su procedencia ? Probablemente lo que habrá ocurrido es que el loes pampeano, desprovisto de depósitos marinos, de lagos antiguos, etc., de donde proviene la primera muestra, ha recibido un líquido exento o con pequeño contenido mineral, mientras que el agua de la segunda muestra ha estado mineralizada cuando ha llegado a formar parte de la formación pampeana de donde proviene, o existen en el lugar correspondiente depósitos marinos, de antiguos esteros, etc., los cuales modifican en abso-

luto la composición del agua. De manera, pues, que entre las aguas provenientes de terrenos de formación pampeana, se tiene tipos variables, que hacen imposible el estudio de su composición en una forma única; débese, más bien, dividirlas en los dos tipos enunciados: aguas pampeanas *óligometálicas* y aguas pampeanas *fuertemente mineralizadas.*

Un caso de cita especial es el que se refiere a una publicación hecha por el doctor A. Doering, tomo VI, página 262, del *Boletín de la Academia de ciencias de Córdoba,* que dice, refiriéndose a aguas de origen pampeano, en la estación de La Choya: « Las excavaciones, practicadas en la base del declive occidental de nuestra cuenca, a la distancia de medio a un kilómetro al oeste de la estación, dieron agua potable, como igualmente también se encuentra agua dulce en las aguas aluvionales, en el fondo de la cañada central, que indica el límite entre ambas formaciones, y la cual, en las estaciones de lluvia, recibe sus afluentes principalmente de las crestas lauréuticas de la sierrra de Ancayán.

« En cambio, las perforaciones practicadas en la estación de La Choya, hasta una profundidad de 30 metros, han dado, en la napa interpampeana, un agua inutilizable, saturada esencialmente de sulfato de sodio y de calcio. Mientras que el agua, tomada al pie de las laderas occidentales de la cuenca contiene sólo 0.72 gramos por litro de residuo fijo, aventajando todavía al agua de San Antonio; el de la estación al este de esta estación contiene 7.44 gramos por litro, precisamente más de diez veces tanto de sulfatos y materias salitrosas. Es preciso, no obstante, continuar las perforaciones en aquel punto, para resolver el problema de si a mayores profundidades todavía se encuentran capas de agua potable, en las napas pampeanas, lo que no carece absolutamente de probabilidad. »

Aguas pampeanas óligometálicas. — Donde la distancia que separa al loes pampeano de la superficie terrestre, ocupada por terrenos de otra naturaleza, es pequeña, y mejor aun, cuando dicho terreno es de naturaleza poco rica en sales minerales, el agua llovida, al recorrer dicho espacio reducido no tiene tiempo de disolver cantidades apreciables de sales minerales y llega al pampeano, libre, casi, de componentes químicos; esta substancia líquida que de tal modo ocupa, luego, el terreno de la expresada formación, tendrá con el correr del tiempo, una composición química que guardará estrecha relación con la del suelo por donde circula; así, el agua pampeana débilmente mineralizada, es un líquido que se presenta con un aspecto bien transparente,

incolora, inodora, de sabor suavemente salino, casi imperceptible, y de reacción ligeramente alcalina. En cuanto a los caracteres químicos se tiene: pocos cloruros, que oscilan entre las cifras de 0.02 a 0.05 por litro de agua, hechos los cálculos en cloro; la cantidad de sulfatos contenida es mucho menor, no pasando de vestigios o teniendo cantidades apenas dosificables; el residuo sólido, que revela el contenido total de elementos, varía entre 0.35 y 0.80 por mil, tiene poca alcalinidad, la cual se aproxima a la cifra de 0.40 por mil, calculada en ácido sulfúrico. Es precisamente la relación entre la alcalinidad y la dureza lo que constituye una particularidad de estas aguas, por lo menos en la provincia de Buenos Aires; en efecto, si se calcula a ambos en grados equivalentes, se observará que, casi invariablemente, la alcalinidad de las aguas pampeanas es mayor que la dureza. La dureza total es baja, lo que conjuntamente con las otras características enunciadas, la acredita como agua potable. Contiene, también, en disolución sales de calcio en proporción aproximada a 0,05 por mil calculadas al estado de óxido; el magnesio se encuentra en dosis mínima, 0.001 a 0.015 por mil; el sodio y el potasio, relativamente abundantes al estado de cloruros y de bicarbonatos, le dan al agua pampeana su sabor típico apenas perceptible. Los silicatos se encuentran, también en proporciones reducidas, 0.05 a 0.10, calculados en SiO_2, lo mismo que las sales de hierro y de aluminio, las que apenas están representadas por 0.003 a 0.010 por mil como total de ambos.

En dicha variedad de agua se constata muchas veces la presencia de cantidades variables de nitratos, nitritos y sales amoniacales; pero estos constituyentes pueden provenir: o de una contaminación de dichas aguas o de cambios sufridos a causa del terreno por ellas recorrido. En tal caso habría que tener en cuenta, asimismo, las condiciones químicas del suelo y el cuidado, al efectuar su análisis, de investigar, dentro de lo posible, la procedencia de las sales amoniacales. La cantidad de materia orgánica es variable para los distintos lugares y diferentes profundidades, siendo algunas veces abundante en la napa freática y muy escasa en la semisurgente o en las que le siguen en orden descendente.

Dados los caracteres físicos del loes y su misma composición química, dicho terreno actúa, con respecto a las aguas que entran a formar parte del gran torrente circulatorio subterráneo, como un verdadero filtro, deteniendo las substancias extrañas que constituyen el elemento contaminante y dejando pasar, en la mayoría de los casos, un líquido que, sin duda alguna, reune todas las condiciones que

exige una buena agua potable. La contaminación podrá subsistir, cuando la capa geológica atravesada no tenga suficiente espesor o cuando existan en ella fallas que perjudiquen su buen funcionamiento.

Las aguas que después de dicha filtración natural circulan dentro del loes pampeano libres de elementos extraños, se prestan perfectamente para los usos de alimentación, sin que se presenten inconvenientes verdaderamente serios en cuanto al peligro de una posible alteración de las aguas profundas por motivos que no entran en lo que se propone tratar este capítulo. Pero, y a esto queria llegar, por efecto de ese enorme poder de filtración la materia orgánica que el agua pluvial o superficial había recogido del suelo, es oxidada al atravesar el loes y desaparece casi totalmente, siendo por ello, difícil constatar cantidades mayores de 0.004 por mil de materia orgánica calculada en permanganato de potasio, o lo que es lo mismo, de 0.001 por mil calculada en oxígeno; salvo el caso de que se tomara la muestra a un nivel muy cercano al suelo, cuya distancia no sea suficiente para que tenga lugar la depuración biológica del agua (aguas freáticas).

Teniendo en cuenta lo últimamente expresado, podríase hacer una subdivisión de las aguas pampeanas poco mineralizadas, en aguas freáticas y aguas pampeanas profundas. Las primeras se presentan con caracteres químicos menos definidos que las últimas: a veces se observa en ellas nitritos, sales amoniacales y materia orgánica en proporciones diversas, los que persisten a causa de la poca distancia recorrida por dichas aguas, que están, casi en contacto directo con la superficie terrestre. Más aceptables son los caracteres de las aguas profundas, cuyo recorrido es lento y prolongado, haciéndose más completa la transformación en un líquido de mejor composición química, observándose que pocas veces se constata la presencia de elementos de contaminación en aguas semisurgentes provenientes de pozos bien construídos. Por otra parte, teniendo presente el mayor recorrido de estas aguas, se explica el motivo por el cual ellas presentan un tipo menos variable que las aguas freáticas, constante y frecuentemente sometidas a la incorporación de nuevo caudal de agua de distinta procedencia (lluvias, inundaciones, ríos, etc.).

Aguas pampeanas fuertemente mineralizadas. — Cuando, como se ha dicho, el loes pampeano no llega a la superficie del suelo o hasta sus proximidades, y entre éste y aquél existe una capa de terreno de un cierto espesor, o cuando el terreno de esta formación contiene residuos de la evaporación de antiguos ríos, lagos o esteros, agua de mar,

etc., el agua que llega al pampeano después de atravesar la otra capa, llevará consigo al estado de disolución, o se cargará de cantidades de substancias minerales, que variarán con la composición del terreno por el cual ha pasado. Si dicho terreno es de constitución fuertemente salina, es natural que el agua, por efecto de la disolución, se habrá cargado de una elevada dosis de sales minerales; si al contrario, el terreno atravesado es poco salino, el agua al recorrerlo, habrá modificado menos su composición.

También puede ocurrir que el agua que ocupa el terreno pampeano no provenga ni de lluvias ni de ríos y que tenga su origen en el mar o en otras fuentes cuyo contenido mineral sea considerable, o que el agua, primeramente poco mineralizada, se vea obligada a hacer el recorrido por zonas de terrenos de composición salina, antes o después de llegar al terreno pampeano, donde, como se ha dicho, existen depósitos dejados por antiguos lagos, mares o esteros. En tales casos el agua de referencia al poblar los intersticios del loes, irá cargada de una cantidad de elementos salinos, cuya proporción dependerá de su procedencia o de los terrenos atravesados, o podrá, una vez llegado al pampeano, disolver los depósitos salinos que han quedado por la evaporación de antiguos mares, lagunas, ríos o esteros.

Es posible, por tanto, dividir las aguas fuertemente mineralizadas en dos tipos: uno cuya composición química se aproxima al agua potable en general, y la otra que difiere en absoluto de ella, acercándose más bien, a la de las aguas marinas.

De una y otra se encuentran frecuentemente a distintas profundidades del suelo, al efectuar perforaciones con el fin de obtener líquidos aplicables a todo uso y es curioso observar cómo en una misma perforación, a profundidades variables, existen aguas cuyas composiciones no guardan la menor relación entre sí (véase muestras números 81, 82 y 83).

En las aguas muy mineralizadas, los límites de mineralización que se suele observar son muy considerables, observándose el caso de un agua de procedencia geológica pampeana que tiene en disolución la fabulosa cifra de 108 grados por mil de substancias minerales (véase muestra número 68). Los cloruros, sulfatos, sales de calcio, de magnesio, etc., están representados por una cantidad tan elevada que sobrepasa, en muchos casos, la de las aguas marinas (véase aguas de Real Sayana, Ordóñez, Ombucta, Salas, etc.).

Y cosa rara, estas mismas aguas pampeanas de que hemos hablado como presentando en la provincia de Buenos Aires la característica

de ser relativamente ricas en bicarbonatos (alcalinidad), son en otras provincias, sobre todo en las napas que corresponden a antiguos ríos desecados, o esteros, lagos, etc., que han sufrido las consecuencias de la evaporación, excesivamente pobres en carbonatos y bicarbonatos, al punto de acusar una alcalinidad generalmente mucho menor que la que tienen las aguas de escaso residuo mineral; mientras que la dureza, que para estas es mínima, en las fuertemente mineralizadas llega a cifras sumamente elevadas, de tal modo que la relación alcalinidad-dureza en grados equivalentes, que para las aguas pampeanas pobres en contenido mineral, de la provincia de Buenos Aires, se expresa, con rarísimas excepciones, por la desigualdad: $A > D$ ($A =$ alcalinidad; $D =$ dureza), se transforma en el caso de las aguas de abundante residuo a que hacemos referencia, en $A < D$, completamente inversa a la desigualdad anterior. En pocos casos se ha observado en ambas la relación $A = D$, mientras que se puede dar como una regla casi general, que para las aguas pampeanas muy ricas en materias minerales, la relación entre alcalinidad y dureza obedece a la desigualdad $A < D$, que sería para ellas, una característica; otro carácter típico de este grupo de aguas es su pobreza en sílice, que contrasta con la abundancia de otras substancias minerales.

Estas aguas no tienen aplicación en la alimentación ni industrialmente, en vista de la elevada cantidad de elementos minerales que contienen.

Hasta ahora nos hemos referido, al describir la composición química de esta clase de aguas, a aquellas que tienen origen pluvial o en antiguos cauces de ríos. Debo hacer notar que, expresamente, no he tratado sino en forma somera las de origen superficial, cuya composición, sabemos, depende de las regiones que recorre. Sin embargo, no está demás decir que, como en el caso de las primeras, estas aguas al ser absorbidas por el suelo y llegar a la capa terrestre, de composición pampeana, tendrán una composición que dependerá de su composición primitiva, de la calidad y potencia del terreno por donde atraviesan y de la calidad y extensión de la superficie previamente recorrida. De manera que en las aguas pampeanas de procedencia superficial (ríos, arroyos, lagunas) la composición estará sujeta a las mismas circunstancias que las provenientes de lluvias.

Igual cosa puede decirse de las aguas marinas o saladas, que se infiltran en la masa terrestre y le comunican al agua del pampeano una composición especial.

Mientras ocupaba el cargo que he mencionado en la Dirección de

salubridad de la provincia de Buenos Aires, tuve ocasión de efectuar numerosos estudios de aguas del subsuelo, de las cuales la mayoría era de procedencia pampeana; y ha sido entonces que he podido apreciar las variaciones a que está sujeta la napa de agua, principalmente cuando atraviesa terrenos ricos en constituyentes solubles. Durante ese tiempo hice algunas publicaciones en los *Anales de la Dirección de salubridad* con respecto a las aguas de la provincia, haciendo resaltar la composición de las correspondientes al subsuelo de cada pueblo cabeza de partido y señalando la conveniencia de dividir la provincia de Buenos Aires en zonas, de acuerdo con el tipo de agua que en ellas existiera.

Muchos de esos análisis han sido efectuados con el solo fin de conocer sus caracteres de potabilidad, de manera que en los datos que se practicaban no figuran algunos de los elementos, que, por otra parte, no eran necesarios para deducir su clasificación desde el punto de vista de su aplicación en la alimentación.

En los cuadros que figuran a continuación, se ha colocado algunos de los análisis de aguas de procedencia pampeana efectuados por el que subscribe; otros que he transcripto de un trabajo que acaba de publicar el doctor Atilio A. Bado (1), algunos que a indicación del ingeniero señor Hermitte me ha facilitado el geólogo de la división de geología y minas, doctor Nágera, y unos pocos (San Fernando) de la Dirección del mapa topográfico geológico de la provincia de Buenos Aires.

(1) *Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo LXXIX, página 166.

PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DATOS POR MIL)

	1 Adrogué	2 Bartolomé Mitre	3 Cañuelas	4 Cañuelas	5 Daireaux	6 Carmen de Areco	7 Castelli	8 Colón	9 Chacabuco
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Reacción	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.
Cloruros en Cl	0.0177	0.0142	0.0603	0.0887	0.0461	0.0284	0.1067	0.0530	0.0390
Amoníaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhídrido nitroso	0	0	v.	0	0	v.	0	0	v.
Anhídrido nítrico	0.0300	0.0348	0.1750	0.2850	v.	0.0114	0.0167	0.0332	v.
Anhídrido sulfúrico	0.0140	0.0090	0.0820	0.1340	v.	0.0860	0.0356	0.0100	0.0070
Residuo sólido a 110° C.	0.5660	0.6160	0.9440	1.1690	0.3860	0.8260	0.9000	0.6650	0.7878
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.0004	0.0024	0.0012	0.0028	0.0064	0.0016	0.00308	0.0042	0.0036
Materia orgánica en oxígeno	0.0001	0.0006	0.0003	0.0007	0.0016	0.0004	0.00077	0.00105	0.0009

PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DATOS POR MIL)

	10 Chacabuco	11 Coronel Sarmiento	12 Coronel Sarmiento	13 Florencio Varela	14 Chascomús	15 General Pueyrredón	16 General Pueyrredón	17 General Pueyrredón	18 Junín
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Muy turb.	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Reacción	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.
Cloruros en Cl	0.0426	0.0071	0.0160	0.0663	0.0813	0.1172	0.1207	0.1171	0.0142
Amoníaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhídrido nitroso	v.	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhídrido nítrico	0.0784	0.0157	0.1256	0.2248	0.0482	0.0351	0.0160	0.0324	0
Anhídrido sulfúrico	0.0083	0.0173	0.0067	0.0540	0.0943	0.0157	0.0260	v.	v.
Residuo sólido 110° C	0.8686	0.5580	0.5200	0.9120	0.7500	0.9980	1.0080	0 9080	0.4060
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.0036	0.0040	0.0036	0.0024	0.00192	0.0020	0.0020	0.0020	0.0044
Materia orgánica en oxígeno	0.0009	0.0010	0.0009	0.0006	0.00048	0.0005	0.0005	0.0005	0.0011

PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DATOS POR MIL)

	18 Junín	20 Lomas de Zamora	21 Lomas de Zamora	22 Quilmes	23 Quilmes	24 Saladillo	25 Saladillo	26 San Nicolás	27 San Nicolás	28 25 de Mayo
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Turbio	Lig. tur.	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Reacción	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.	Lig. alc.
Cloruros en Cl	0.0071	0.0497	0.0745	0.0282	0.0355	0.0213	0.0213	0.0196	0.0025	0.0248
Amoníaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhídrido nitroso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhídrido nítrico	0	0	0.0910	0.0426	0.0638	v.	v.	v.	v.	0.1142
Anhídrido sulfúrico	v.	0.1400	0.0095	0.0095	0.0095	v.	v.	v.	v.	0.0085
Residuo sólido a 110° C.	0.3340	0.6470	0.6530	0.5800	0.6580	0.4720	0.5490	0.5700	0.6920	0.5000
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.0048	0.0044	0.0052	0.00352	0.0028	0.0016	0.0016	0.0020	0.0020	0.0016
Materia orgánica en oxígeno	0.0012	0.0011	0.0013	0.00088	0.0007	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.0004

CIUDAD DE BUENOS AIRES (DATOS POR MIL)

	29	30	31	32	33	34	35	36
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Sabor	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable
Reacción	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Residuo a 105° C	0.6640	0.5930	0.3640	0.5590	0.7834	0.5762	0.5100	0.5490
— a 180° C	0.6594	0.5862	0.3529	0.5560	0.7793	0.5589	0.5430	0.5325
— al rojo débil	0.6330	0.5744	0.3435	0.5504	0.7588	0.5306	0.5224	0.5216
Dureza total	14.0	3.5	10.5	10.0	26.0	14.0	20.0	20.0
— temporaria	12.0	2.5	9.5	8.5	25.0	12.0	17.0	19.0
— permanente	2.0	1.0	1.0	1.5	1.0	4.0	3.0	1.0
Alcalinidad	0.4354	0.3564	0.1765	0.3293	0.44660	0.37350	0.30210	0.31600
Permanganato empleado	0.00514	0.00039	0.00039	0.00079	0.00237	0.00355	0.00355	0.00118
Oxígeno consumido,	0.00130	0.00010	0.00010	0.00020	0.00060	0.00090	0.00090	0.00030
Cloro	0.03905	0.01775	0.01420	0.01420	0.09970	0.00710	0.01065	0.01420
Anhídrido sulfúrico	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0.00652
— nítrico	0.07750	0.03800	0.02500	0.02100	0.02950	0.00625	0.01870	0.02500
— nitroso	0	0	0	0	0	0	0	0
— silícico	0.06160	0.05040	0.04480	0.06680	0.08580	0.07080	0.08600	0.06240
— carbónico	0.19497	0.15970	0.07911	0.14764	0.19907	0.16735	0.13535	0.14043
Amoníaco	0	0	0	0	0	0	0	0
Óxido de calcio	0.03520	0.00600	0.03520	0.02830	0.08680	0.04040	0.03600	0.07120
— magnesio	0.01931	0.00158	0.00504	0.01081	0.04194	0.01455	0.01153	0.02399
— sodio	0.30661	0.31504	0.14541	0.25414	0.25524	0.24998	0.24217	0.16166
— potasio	»	»	»	»	»	»	»	»
— aluminio	0.00200	0.00070	0.00150	v.	0.00159	0.00044	0.00278	0.00336
— hierro	0.00205	0.00080	0.00170	0.00580	0.00245	0.00356	0.00262	0.00084

SAN FERNANDO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Muestras de una misma perforación a distintas profundidades (Datos por mil)

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Profundidad en metros	1	10	20	30	40	50	60	70	90	100
Cloro	0.046	0.050	0.059	0.032	0.064	0.072	0.089	0.155	0.131	0.131
Anhídrido sulfúrico	0.020	0.036	0.024	0.016	0.04	0.048	0.056	0.072	0.060	0.076
Calcio en CaO	0.028	0.050	0.031	0.014	0.017	0.011	0.008	0.016	0.025	0.011
Magnesio en MgO	0.016	0.024	0.016	0.008	0.016	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Dureza temporaria en CaO	5	8.4	5.3	2.5	3.9	2	2.5	3.9	3.2	2
— permanente en CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
— total en CaO	5	8.4	5.3	2.5	3.9	2	2.5	3.9	3.2	2
Alcalinidad total	9°7	9°6	10°2	9°7	10°1	10°7	10°9	10°2	10°3	10°3
— permanente	7°9	6°6	8°3	8°8	8°7	10°0	10°0	8°8	9°1	9°6
— con fenolftaleína	0	0°2	0	0°2	0	0°2	0°4	0°4	0°3	0°3
— con metilor	9°7	9°4	10°2	9°5	10°1	10°0	10°5	9°8	10°0	GOP°
Residuo fijo a 105	0.900	0.926	0.900	0.770	1.380	1.125	1.109	1.132	1.120	1.230
Pérdida al rojo	0.139	0.197	0.182	0,130	0.225	0.255	0	0.153	0.08	0.21
Carbonato de sodio	0	0.021	0	0.021	0	0.074	0.042	0.042	0.032	0.032
Bicarbonato de sodio	0.664	0.521	0.689	0.706	0.731	0.723	0.773	0.771	0.689	0.731
— calcio	0.081	0.146	0.089	0.041	0.049	0.032	0.024	0.049	0.073	0.032
— magnesio	0.058	0.088	0.058	0.029	0.058	0.021	0.044	0.058	0.022	0.022
Cloruro de sodio	0.076	0.082	0.094	0.053	0.105	0.117	0.144	0.240	0.217	0.217
Sulfato de sodio	0.036	0.064	0.043	0.028	0.071	0.085	0.119	0.128	0.107	0.135

PRIMERA PERFORACIÓN EN VILLA ALBERDI

(TUCUMÁN)

DEPARTAMENTO DE RÍO CHICO (TALAMUYA). DATOS POR MIL

	47	48	49	50
Napa	1ª	2ª	3ª	»
Profundidad en metros	8.13	52	155-162	274
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Insípido	Insípido	Insípido	Insípido
Aspecto	Transp.	Transp.	Lig. turb.	Opalino
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína en frío	—	—	—	Ácida
— fenolftaleína en caliente	—	—	—	Alcalina
Materia en suspensión	0	v.	v.	Poca cant.
Materia org. en oxígeno, sol. alc.	—	—	0.0023	—
Resíduo a 110° C	0.371	0.367	0.413	0.4800
— a 180° C	0.295	0.339	0.382	»
— rojo débil	0.196	0.279	0.345	0.4360
Alcalinidad en H_2SO_4	—	—	—	0.1666
Cloruros en NaCl	0.021 Cl	0.043 Cl	0.018 Cl	0.0780
Sulfatos en SO_3	0.043	0.062	0.042	0.1234
Sílice en SiO_2	0.057	0.032	»	0.0460
Hierro y aluminio Fe_2O_3, Al_2O_3	0.029	0.005	»	0
Calcio en CaO	0.058	0.054	0.095	0.0190
Magnesio en MgO	0.025	0.011	0.014	0.0435
Anhídrido carbónico en CO_2	0.1060	0.066	0.110	0.1496
Nitritos en N_2O_3	—	0	—	Contiene
Nitratos en N_2O_5	0.0002	0.003	0.0006	v.
Substancia amoniacal en NH_3	0	v.	»	No tiene
Dureza total en grados Fr.	14	14.25	15	10
— permanente en grados Fr.	—	2.25	0	4
— temporaria en grados Fr.	—	12	15	6

PRIMERA PERFORACIÓN EN VILLA ALBERDI
(TUCUMÁN)
DEPARTAMENTO DE RÍO CHICO (TALAMUYA) DATOS POR MIL

	51	52	53
Napa	7ª	8ª	9ª
Profundidad en metros	394.5	410	454
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Insípido	Agradable	Agradable
Aspecto	Turbio	Turbio	Turbio
Reacción tornasol en frío	Débil alc.	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína en frío	Neutra	Débil alc.	—
— fenolftaleína en caliente	Neutra	Alcalina	—
Materias en suspensión	R. cantidad	Escasa	Escasa
Materia orgánica en oxígeno, sol. alc.	—	—	0.0003
Residuo a 110°C	0.4680	0.4960	0.4280
— a 180°C	0.4680	0.4760	0.4240
— rojo débil	0.4300	0.4640	0.4120
Alcalinidad en H_2SO_4	0.0686	0.1519	0.0980
Cloruros en NaCl	0.1026	0.0710	0.0643
Sulfatos en SO_3	0.1474	0.1003	0.1063
Sílice en Si_2O	0.0400	0.0220	0.0300
Hierro y aluminio en $Fe_2O_3Al_2O_3$	0.0240	0.0040	0
Calcio en CaO	0.0066	0.0098	0.0082
Magnesio en MgO	0.0116	0.0057	0
Anhídrido carbónico en CO_2	0.0616	0.1364	0.0880
Nitritos en N_2O_3	Contiene	Contiene	v.
Nitratos en N_2O_5	—	No contiene	v.
Substancia amoniacal en NH_3	—	No contiene	No contiene
Dureza total en grados Fr.	3	2	2
— permanente en grados Fr.	1	1.5	2
— temporaria en grados Fr.	2	0.5	0

SEGUNDA PERFORACIÓN EN SAN PEDRO (SANTIAGO DEL ESTERO)
PLAZA PÚBLICA (DATOS POR MIL)

	54	55	56	57
Napa	1ª	2ª	3ª	4ª
Profundidad en metros	42	106.5	155.3	210.5-216.5
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Aspecto	»	»	»	Lig. turbia
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Algo dulce	Agradable	M. l. sal.	Lig. salino
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Lig. ácida	Ácida	Ácida	Ácida
— fenolftaleína caliente	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Materias susp. total	B. cant.	Poca cant.	vestigios	—
Materia orgánica oxíg. sol. alc.	—	—	—	—
Residuo a 110° C	0.9960	0.6800	0.7100	1.3440
— a 180° C	»	0.6756	0.6450	1.2240
— rojo débil	0.8780	0.5700	0.5600	1.1940
Alcalinidad en H_2SO_4	0.2744	0.2058	0.1960	0.2156
Cloruros en NaCl	0.2018	0.0120	0.1480	0.4134
Sulfatos en SO_3	0.2003	—	0.1372	0.3086
Sílice en SiO_2	0.1680	0.0095	0.0500	0.0900
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0280	0.0012	0.0600	0.0220
Calcio en CaO	0.0478	0.0601	0.0775	0.1154
Magnesio en MgO	0.0130	0.0072	0.0109	0.0544
Anhídrido carbónico CO_2	—	0.1848	0.1760	0.1936
Nitritos en N_2O_3	Contiene	No cont.	No cont.	v.
Nitratos en N_2O_5	No cont.	No cont.	v.	No contiene
Substancia amoniacal NH_3	v.	No cont.	No cont.	No contiene
Dureza total en grados Fr.	20	16	17.5	34
— permanente en grados Fr.	16	10	5	14
— temporaria en grados Fr.	4	6	12.5	20

SEGUNDA PERFORACIÓN EN SAN PEDRO (SANTIAGO DEL ESTERO)
PLAZA PÚBLICA (DATOS POR MIL)

	58	59	60	61
Napa	5ª	6ª	7ª	8ª
Profundidad en metros	241.3-244	407	417	457
Color	Incolora	Amarilla	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Agradable	Insípida	Algo dulce	Insípida
Aspecto	Lig. turb.	M. turbia	Turbia	Deb. turb.
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Ácida	Alcalina	Lig. alcal.	Neutra
— fenolftaleína caliente	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Neutra
Materia orgánica oxíg., sol. alc.	—	0.0010	0.0016	0.0004
Materias suspensión total	—	Bast.	R. cant.	M. escasas
Residuo a 110° C	0.8400	0.7920	1.5260	1.7080
— a 180° C	0.8040	0.7640	1.4520	1.6720
— rojo débil	0.6800	0.6700	1.3980	1.5880
Alcalinidad en H_2SO_4	0.3038	0.2058	0.1568	0.1127
Cloruros en NaCl	0.1850	0.1462	0.3741	0.4794
Sulfatos en SO_3	0.0933	0.1660	0.4094	0.4972
Sílice en SiO_2	0.0100	0.0460	0.0080	0.1020
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0300	0.0120	0.0360	0.0130
Calcio en CaO	0.0709	0.0519	0.1137	0.0865
Magnesio en MgO	0.0036	0.0101	0.0348	0.0254
Anhídrido carbónico CO_2	0.2728	0.1848	0.1408	0.1012
Nitritos en N_2O_3	v.	0	0	0
Nitratos en N_2O_5	0	0.0005	v.	0.0080
Substancia amoniacal NH_3	0	0	0	0
Dureza total en grados Fr.	18	16	21	35
— permanente en grados Fr.	15	4	15	28
— temporaria en grados Fr.	3	12	6	7

PRIMERA PERFORACIÓN EN SALAS (CÓRDOBA)
ESTACIÓN LA LUCHA (DATOS POR MIL)

	62	63	64	65
Napa	1ª	2ª	3ª	4ª
Profundidad en metros	2.75	107.20	356-359	424-426
Color	Verdosa	Incolora	Amarilla	Amarilla
Olor	AH_2S	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	D. salado	Salino	Salado	Salado
Aspecto	Turbio	Turbio	Turbio	Turbio
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína caliente	D. alcal.	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Materias en suspensión total	P. abund.	Abund.	Abund.	B. cant.
Materia orgánica oxíg., sol. alc.	—	—	—	0.0098
Residuo a 110° C	10.0240	48.2000	12.0560	20.4200
— a 180° C	9.9280	47.9960	11.7840	20.0120
— rojo débil	9.5140	46.7880	11.3280	19.4920
Alcalinidad en H_2SO_4	0.7076	0.4018	0.1764	0.1960
Cloruros en NaCl	4.6978	22.7232	6.0840	12.8612
Sulfatos en SO_3	1.3167	14.3675	1.8928	4.5592
Sílice en SiO_2	0.0780	0.0680	0.0320	0.1440
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0560	0.0720	0.0080	0.0160
Calcio en CaO	0.1310	0.7465	0.7647	1.0432
Magnesio en MgO	0.2544	1.7323	0.2029	0.0362
Anhídrido carbónico en CO_2	0.6354	0.3608	0.1584	0.1760
Nitritos en N_2O_3	v.	0	v.	0
Nitratos en N_2O_5	v.	0	v.	0
Sales amoniacales en NH_3	0	0	v.	Contiene
Dureza total en grados Fr.	76.0	76.0	+ de 100	+ de 100
— permanente en grados Fr.	54.0	8.0	+ de 100	»
— temporaria en grados Fr.	22.0	68.0	»	»

PRIMERA PERFORACIÓN EN REAL SAYANA (SANTIAGO DEL ESTERO)
DATOS POR MIL

	66	67	68
Napa	1ª	2ª	3ª
Profundidad en metros	10.20-10.40	57-85	136-137.90
Color	Incolora	Deb. amarilla	Amarillo rojo
Olor	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	M. amarga	Sal. amarga	Salada
Aspecto	Turbio	Turbio	Turbio
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína caliente	M. D. alc.	M. D. alc.	Neutra
Materias en suspensión total	Escasa	Poca	Bastante
Materia orgánica oxíg., sol. alc.	0.0017	0.0027	—
Residuo a 110° C	96.9000	88.0400	108.5200
— 180° C	88.6000	85.0400	107.4000
— rojo débil	87.0600	82.6400	105.3200
Alcalinidad en H_2SO_4	0.5782	0.3038	0.4100
Cloruros en NaCl	42.7638	50.2464	67.2290
Sulfatos en SO_3	14.4704	18.5235	18.3698
Sílice en SiO_2	0.2000	0.1400	0.0520
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0960	0.1200	0.0
Calcio en CaO	0.9262	1.0424	1.0440
Magnesio en MgO	1.4525	2.2179	1.7968
Anhídrido carbónico en CO_2	0.5192	0.2728	0.3608
Nitritos en N_2O_3	v.	v.	0.0
Nitratos en N_2O_5	No tiene	No tiene	No tiene
Sales amoniacales, en NH_3	v.	v.	Contiene
Dureza total en grados Fr.	+ de 100	+ de 100	+ de 100
— permanente en grados Fr.	»	+ de 100	»
— temporaria en grados Fr.	»	»	»

SEGUNDA PERFORACIÓN EN REAL SAYANA (SANTIAGO DEL ESTERO)
(DATOS POR MIL)

	69	70	71
Napa	4ª	5ª	7ª
Profundidad en metros	172.5-173.5	187	198.3-199.3
Color	Rojiza	Amarillo rojo	Amarillo rojo
Olor	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Salada	Salada	Muy salada
Aspecto	Turbio	Muy turbia	Muy turbia
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Neutra	Alcalina	Deb. alcalina
— fenolftaleína caliente	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Materias en suspensión total	Muy abund.	Muy abund.	Muy abund.
Materia orgánica oxíg., sol. alc	—	—	—
Residuo a 110° C	73.9680	105.0800	76.8800
— 180° C	73.8720	103.7600	76.1300
— rojo débil	—	101.1800	74.3700
Alcalinidad en H_2SO_4	0.1274	0.1812	0.3038
Cloruros en NaCl	60.2138	79.8019	59.4338
Sulfatos en SO_3	3.9125	13.6255	8.7572
Sílice en SiO_2	0.0220	0.0130	0.0140
Fe y Al en $Fe_2O_3Al_2O_3$	0.0290	v.	v.
Calcio en CaO	1.6546	1.3403	1.3452
Magnesio en MgO	1.7504	2.4302	1.6161
Anhídrido carbónico en CO_2	0.1144	0.1628	0.2728
Nitritos en N_2O_3	0.0	v.	v.
Nitratos en N_2O_5	0.0	0.0	0.0
Sales amoniacales en NH_3	Contiene	v.	v.
Dureza total en grados Fr	+ de 100	+ de 100	+ de 100
— permanente en grados Fr	+ de 100	+ de 100	+ de 100
— temporaria en grados Fr	»	»	»

PRIMERA PERFORACIÓN EN ORDÓÑEZ (CÓRDOBA). CAMPO GENERAL PAZ

DATOS POR MIL

	72	73	74	75	76
Napa	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Profundidad en metros	8-14	37-39	88	158	191-193
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	A H_2S	Salino	Salino	Salino	Salino
Aspecto	—	—	—	—	—
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína en frío	Alcalina	»	»	»	»
— fenolftaleína en cal.	Lig. alc.	»	»	»	»
Materias en suspensión total	Regular	Poca	Regular	Regular	Poca
Materia org. en oxíg., sol. alc.	—	—	—	—	—
Residuo a 110° C	16.5540	16.752	36.4400	19.2400	15.2200
— a 180° C	—	—	—	—	—
— rojo débil	15.9140	16.1740	20.8900	18.4400	14.1500
Alcalinidad en H_2SO_4	0.3430	0.3920	0.4900	0.4312	0.3430
Cloruros en NaCl	5.3631	6.9030	11.2000	10.0000	5.6576
Sulfatos SO_3	5.4837	5.5063	6.2339	5.8602	4.3994
Sílice en SiO_2	0.0560	0.0720	0.0800	0.1340	0.1700
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0220	0.0240	0.0480	0.4800	0.2360
Calcio en CaO	0.1446	0.1566	0.2975	0.3988	0.1607
Magnesio en MgO	0.2964	0.3552	0.5951	0.6625	0.3037
Anhídrido carbónico en CO_2	0.3080	0.3520	0.4400	0.3872	0.3080
Nitritos en N_2O_3	0	Contiene	Contiene	Contiene	0
Nitratos en N_2O_5	0	0	»	»	0
Sales amoniacales en NH_3	v.	Contiene	»	»	0
Dureza total en grados Fr.	100	90	110	+ de 150	+ de 100
— permanente en gr. Fr.	25	10	10	—	—
— temporaria en gr. Fr.	75	80	100	—	—

PRIMERA PERFORACIÓN EN OMBUCTA (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)
ESTANCIA LA VERDE ERIN (DATOS POR MIL)

	77	78	79	80
Napa	1ª	2ª	3ª	4ª
Profundidad en metros	10-17	304.50	568-570	847
Color	Incolora	Incolora	Am. rojo	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Sal. am.	Salado	Salado	Net. sal.
Aspecto	Turbio	Turbio	M. turbio	Lig. turb.
Reacción tornasol en frío	Alcalina	D. alcal.	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína frío	Neutra	D. ácida	Neutra	Alcalina
— fenolftaleína caliente	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Materias en suspensión total	R. cant.	R. cant.	M. cant.	Escasa
Materia orgánica oxíg., sol. alc.	—	—	0.0056	0.0011
Residuo a 110° C	14.452	15.9400	28.6560	4.4880
— a 180° C	12.9840	14.4800	26.8320	4.2640
— rojo débil	11,5040	13.7080	24.9920	4.2080
Alcalinidad en H_2SO_4	0.1617	0.1372	0.0980	0.3528
Cloruros en NaCl	8.2851	9.6258	20.4610	3.4608
Sulfatos en SO_3	2.0409	2.1644	3.1684	0.2112
Sílice en SiO_2	0.0540	0.0780	0.0680	0.0200
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0320	—	0.0640	v.
Calcio en CaO	1.0976	0.5216	1.4222	0.0214
Magnesio en MgO	0.0159	0.8168	0.9712	0.0159
Anhídrido carbónico en CO_2	0.1452	0.1232	0.0880	0.3168
Nitritos en N_2O_3	v.	0	0	0
Nitratos en N_2O_5	v.	v.	0	0
Sales amoniacales en NH_3	v.	0	0	Contiene
Dureza total en grados Fr.	+ de 100	+ de 100	+ de 100	7.5
— permanente en grados Fr.	—	—	+ de 100	3.5
— temporaria en grados Fr.	—	—	—	4

PRIMERA PERFORACIÓN KILÓMETRO 815 (MENDOZA)
(DATOS POR MIL)

	81	82	83
Napa	1ª	2ª	3ª
Profundidad en metros	14.90	495.5	568-570
Color	Incolora	Amarillo rojo	Amarillo rojo
Olor	Inodora	A kerosene	Inodora
Sabor	Salino	Amargo	Amargo
Aspecto	—	Muy turbio	Muy turbio
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Déb. alcalina
— fenolftaleína en frío	Ácida	Déb. alcalina	Neutra
— fenolftaleína en caliente	Alcalina	Alcalina	Déb. alcalina
Materias en suspensión total	v.	Muy abund.	Abundante
Materia orgánica oxíg., sol. alc.	—	—	—
Residuo a 110° C	3.8000	9.9520	131.5520
— a 180° C	3.7100	9.7960	121.8880
— rojo débil	3.6200	8.9600	119.5440
Alcalinidad en H_2SO_4	0.2940	0.0784	0.0784
Cloruros en NaCl	0.3717	4.6784	107.3040
Sulfatos en SO_3	1.5108	2.3701	4.1862
Sílice en SiO_2	0.0028	0.0040	0.0200
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	v.	0.0080	0.0060
Calcio en CaO	0.8404	1.0580	3.3240
Magnesio en MgO	0.0038	0.2609	0.6364
Anhídrido carbónico en CO_2	0.2640	0.0704	0.0704
Nitritos en N_2O_3	0	0	0
Nitratos en N_2O_5	0	0	0
Sales amoniacales en NH_3	0	0	0
Dureza total en grados Fr	106	+ de 100	+ de 100
— permanente en grados Fr	14	—	+ de 100
— temporaria en grados Fr	92	—	+ de 100

GENERAL LEVALLE (CÓRDOBA), PLAZA PÚBLICA (DATOS POR MIL)

	84	85	86	87
Napa	1ª	2ª	3ª	4ª
Profundidad en metros	5.4-6	175.30	193.4	517.90
Color	Am. rojo	Incolora	Incolora	Am. rojo
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Agradable	Salino	D. salino	D. salino
Aspecto	Turbio	Turbio	Turbio	M. turbio
Reacción tornasol en frío	M. D. alc.	Alcalina	Alcalina	Débil alc.
— fenolftaleína en frío	Neutra	»	»	Neutra
— fenolftaleína en cal.	Alcalina	»	»	Alcalina
Materias en suspensión total	R. cant.	R. cant.	Bastante	B. cant.
Materia org. en oxígeno, sol. alc.	—	0.0008	0.0009	0.0034
Residuo a 110° C	3.5280	7.8940	7.0460	6.3720
— a 180° C	3.5260	7.8560	6.9300	6.3240
— rojo débil	3.4440	7.6680	6.7320	6.0880
Alcalinidad en H_2SO_4	0.6272	0.4263	0.3528	0.1176
Cloruros en NaCl	1.4518	5.0180	3.2153	1.8415
Sulfatos en SO_3	0.5966	1.8448	1.7316	2.4202
Sílice en SiO_2	0.0620	0.1240	0.0420	0.0400
Fe y Al en Fe_2O_3, Al_2O_3	0.0080	0.0060	v.	0.0030
Calcio en CaO	—	0.3090	0.3189	0.0559
Magnesio en MgO	0.0406	0.1624	0.1036	0.0949
Anhídrido carbónico en CO_2	0.5632	0.3828	0.3168	0.1056
Nitritos en N_2O_3	0	Contiene	0	0
Nitratos en N_2O_5	0	Contiene	0.0036	0
Sales amoniacales en NH_3	0	v.	v.	Contiene
Dureza total en grados Fr.	16	88	+ de 100	+ de 200
— permanente en grados Fr.	3	66	23	+ de 100
— temporaria en grados Fr.	13	22	—	—

CUARTA PERFORACIÓN EN GUALEGUAY (ENTRE RÍOS)
MUNICIPALIDAD (DATOS POR MIL)

	88	89	90	91	92
Napa	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Profundidad en metros	28-40	62-93	113	127	137
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Agrad.	Agrad.	M. l. sal.	Agrad.	A. sal.
Aspecto	—	—	—	Límpido	A. turbia
Reacción tornasol en frío	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
— fenolftaleína en frío	Acida	Acida	Acida	D. alcal.	M. d. alc.
— fenolftal. caliente	Lig. alc.	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Residuo a 110° C.	0.5360	0.5000	1.2500	1.3520	1.9800
— 180° C.	—	0.4400	1.2400	1.3360	1.9300
— rojo débil	0.4220	0.4000	1.2200	1.2680	1.8500
Alcalinidad en H_2SO_4	0.3528	0.3430	0.2450	0.2556	0.1372
Cloruros en NaCl	0.0425	0.0400	0.8051	0.8704	1.1420
Sulfatos en SO_3	0.0240	0.1234	0.1440	0.2112	0.2400
Sílice en SiO_2	0.0300	0.1600	0.0960	0.0600	0.0080
Fe-Al en $Fe_2O_3.Al_2O_3$	0.0280	v.	0.0080	0.0240	0.0100
Calcio en CaO	0.0808	0.1442	0.0906	0.0923	0.0783
Magnesio en MgO	0.0565	0.0072	0.1051	0.0500	0.0143
Anhídrido carbónico en CO_2	0.3168	0.3080	0.2200	0.1936	0.1232
Nitritos en N_2O_3	Contiene	R. cant.	0	L. v.	0
Nitratos en N_2O_5	0	v.	0	0	0
Sales amoniacales en NH_3	0	0	0	L. v.	0
Dureza total en grados Fr.	45	27.5	30	34	30
— perm. en grados Fr.	37	15.5	20	20	14
— temp. en grados Fr.	8	12	10	14	16

CIUDAD DE BUENOS AIRES (DATOS POR MIL)

Número	93	94	95	96	97	98	99	100
Napa	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Sabor	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Sal. déb.	Agradable	Agradable	Agradable
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Turbio	Turbio	Límpido	Opalina
Sedimento	Nulo	R. cant.	R. cant.	Muy esc.	R. cant.	R. cant.	Escaso	Abund.
Reacción	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Dureza total en grados Fr.	4.5	12.0	4.5	10.5	8.5	7.5	8.0	6.0
— temporaria en grados Fr.	2.5	8.0	4.0	7.0	7.5	7.0	6.0	5.5
— permanente en grados Fr.	2.0	4.0	0.5	3.5	1.0	0.5	2.0	0.5
Residuo a 105° C.	0.8440	0.5840	0.5660	0.4450	1.0650	1.0200	0.4884	0.5372
Cloruros en Cl.	0.0497	0.0177	0.0106	0.0142	0.1526	0.1105	0.0106	0.0177
Sales amoniacales en NH_3	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitratos en N_2O_5	0.0380	0	0.0012	0.0050	0.0035	0	v.	0.0050
Nitritos en N_2O_3	0	0.0008	0	0	0	0	0	0
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.00592	0.0049	0.00513	0.00197	0.00513	0.00593	0.00118	0.00316
Materia orgánica en oxígeno, solución alcalina	0.00150	0.00125	0.00130	0.00050	0.001300	0.00150	0.00030	0.00080

TERCERA PARTE

APLICACIÓN DE LAS AGUAS PAMPEANAS. POTABILIDAD DE DICHAS AGUAS. EL AGUA PAMPEANA EN LA VEGETACIÓN. EL AGUA PAMPEANA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO. EL AGUA PAMPEANA EN LA INDUSTRIA.

CAPÍTULO I

POTABILIDAD DE LAS AGUAS PAMPEANAS ACCIÓN, SOBRE EL ORGANISMO, DE LAS SALES CONTENIDAS EN EL AGUA

No existiendo un límite preciso entre lo que se entiende por aguas potable o no potable, es sumamente difícil dar a las aguas pampeanas, una u otra clasificación. Es necesario, antes, definir con precisión lo que vamos a entender por aguas potables, para tener material con qué efectuar una clasificación de las aguas en ese sentido.

No podemos tomar como base los límites de potabilidad de las aguas europeas, por cuanto la composición de nuestro suelo no es semejante a la general de los países extranjeros y si se pretendiera hacerlo, es seguro que habría que considerar como no potables a la mayoría de nuestras aguas, muchas de las cuales, sabemos, son consideradas aquí como excelentes para el consumo. Sin ir más lejos, téngase como ejemplos, las aguas de La Plata y San Nicolás, donde hay un determinado número de pozos que proveen de agua corriente a poblaciones importantes. Estas aguas, cuyos análisis revelan presencia de un residuo sólido mayor que 0^{gr}50 por mil, límite máximo generalmente admitido para las aguas de Europa, serían, probablemente rechazadas allá, o consideradas como de calidad muy mediocre. Pues bien, las aguas de las ciudades de La Plata y San Nicolás son, para nosotros, líquidos de excelente calidad y están conceptuadas como de las mejores aguas subterráneas de la provincia de Buenos Aires, por no decir del país entero. Como éstas, podríase citar muchas de semejante composición, que no entran dentro de los límites extranjeros y

que constituyen, sin duda alguna, elementos preciosos para nuestra alimentación.

Sin embargo, yendo al fondo de la razón higiénica que autoriza: a nosotros a observar una cierta tolerancia, y a los higienistas de otros países a reducir dicho margen, creo necesario decir que en realidad: o son demasiado exigentes allá, o somos muy tolerantes aquí, puesto que siendo un producto que tiene las mismas aplicaciones en todas partes, sería natural que lo que es bueno aquí, no sea malo allá; quiero decir que, bien entendido el problema, toda agua, cualquiera sea su procedencia, debería ser buena o mala en todas las partes del mundo. Pero lo que ocurre es lo siguiente: hay muchas regiones, donde la generalidad de las aguas tienen en disolución cantidades reducidas de sales minerales, y como está probado que la ingestión de sales minerales en abundancia, sobre todo de calcio y de magnesio, es de cierta nocividad para el organismo, se ha limitado el uso de ciertas aguas y se acepta sólo el de aquellas que contengan cantidades consideradas como innocuas y hasta favorables al organismo, al cual facilitan un poco de elemento mineral que es, sin duda, importante asimilar.

En cambio, en nuestro país, salvo una que otra población abastecida por agua de río (capital federal y capitales de provincias, etc.), las restantes no tienen otros medios de provisión que el agua de pozo, y ya sabemos que en muchísimas regiones ella deja mucho que desear. Es natural que aquí donde no se tienen, sino por excepción, aguas subterráneas pobres en contenido mineral, las que contienen de $0^{gr}50$ a $0^{gr}60$ por litro sean conceptuadas como aguas de excelente calidad.

Basado en lo que antecede, diré que no es posible, en este país, señalar límites de potabilidad muy estrechos para las aguas subterráneas, siendo necesario apartarse, a veces bastante, de los admitidos por los autores europeos.

Las aguas pampeanas, como se ha dicho oportunamente, carecen de uniformidad en la composición, pero, por lo general, hasta las mejores de entre ellas son algo mineralizadas, sobre todo, si se las compara con las aguas potables europeas. Sin embargo, puede afirmarse que el tipo menos mineralizado reune condiciones excelentes para su uso como alimento, siendo, por tanto, aguas que aquí se clasifica de potables. El tipo fuertemente mineralizado presenta dificultad para su clasificación, pues ella no debe hacerse ya teniendo en cuenta solamente el residuo, sino que conviene, a mi juicio, hacerse en calidad

de sus constituyentes, porque no cabe duda de que un agua que contenga un residuo algo elevado, pero que está constituído principalmente por cloruro de sodio y tiene pocas sales de calcio y de magnesio no debe ser clasificada del mismo modo que otra con igual cantidad de residuo, pero constituído en su mayor parte por sulfatos de calcio, magnesio, etc.

De esto se desprende, que para la clasificación de las aguas en general hay que orientarse en una serie de factores que, unidos, contribuyen a formarnos el juicio que la ha de considerar en una u otra forma, siendo ilusorio creer que basta señalar cifras mínimas o máximas para estar en condiciones de afirmar que un agua es o no potable. En primer lugar, nuestra clasificación deberá basarse, principalmente, en dos cosas: 1° ¿está contaminada el agua? 2° ¿es muy rica en contenido mineral? Para ambas es menester el conocimiento del terreno de donde proceden las aguas en estudio y al mismo tiempo la composición media de las aguas de la región a que pertenecen. Sin estos requisitos, todo juicio sobre su composición carece de verdadero valor, aun cuando la que estudiemos sea una excepción como pobreza mineral. ¿Es, acaso posible asegurar que un agua no está contaminada porque contiene solamente, v. gr., $0^{gr}40$ por mil de residuo? No, porque podría ocurrir que la misma región subterránea contuviera aguas cuyo residuo normal fuera de $0^{gr}25$ por mil (aguas de dunas, etc.). Es claro que conjuntamente con el residuo débese observar las proporciones de los demás constituyentes. Pero es que a veces ocurre que aun encontrándose todos los componentes de una muestra dentro de cifras normales, ellas se elevan en mucho sobre las proporciones en que están contenidas en aguas no contaminadas de la misma región.

La contaminación de las aguas es cuestión de muchísimo interés y no es siempre fácil descubrirla; diré, en una palabra, que una clasificación afirmativa en ese sentido, en forma categórica, es a veces muy difícil, y sería necesario el conocimiento del perfil de la perforación de donde proviene, pues la materia orgánica, los nitritos y nitratos son elementos que pueden existir en ciertas capas terrestres como indicios de una existencia animal anterior. La presencia de bacterios nitrificantes o denitrificantes, tiene también su importancia al respecto.

La cuestión relativa a las sales minerales que no provienen de la transformación de substancias contaminantes, tiene hoy menor importancia que la que se le atribuyó en otras épocas. El cloruro de so-

dio, los bicarbonatos alcalinos, etc., como productos minerales no tienen, hasta una cierta dosis, efectos perjudiciales a la salud y hasta conviene recordar que el primero constituye para el hombre, un elemento de primera necesidad. A la par de éstos, con mayores reservas, estaría la acción de los demás componentes del agua, como por ejemplo, las sales de calcio, que son un tónico del sistema óseo, y otras de que hablaremos en forma particular.

Creo oportuno intercalar, en este capítulo un trabajo que acabo de publicar en los *Anales de la Sociedad química argentina,* mes de junio último, titulado: *Límites de potabilidad de las aguas de la provincia de Buenos Aires. Máximos tolerables,* y que anteriormente había publicado en los *Anales de la Dirección de salubridad* de la mencionada provincia. Como su nombre lo indica, he tratado en él lo referente al criterio con que deben ser clasificadas las aguas subterráneas de la provincia de Buenos Aires (cuyas primera y segunda napas son de origen pampeano en gran parte de su subsuelo), haciendo algunas observaciones referentes a la composición de las aguas y a los límites que conviene fijar para su clasificación, siempre con las reservas consiguientes, que también se señalan:

La cuestión límites de potabilidad de las aguas destinadas a la alimentación, ha constituído en toda época un asunto de verdadera importancia para los higienistas, que, al tropezar con las dificultades de la clasificación, se han visto obligados a someter al juicio de la autoridades científicas en los numerosos congresos de higiene que se han celebrado hasta la fecha, los resultados de interesantes estudios sobre el tópico, cuyas conclusiones se alejaban enormemente de la línea de estrecho criterio con que con anterioridad se juzgaba la calidad de las aguas.

Entre estos trabajos merece citarse el del doctor Herman, de Mons : *Sur les éléments d'appréciation des eaux de consommation au point de vue chimique et bactériologique,* presentado al segundo Congreso internacional de higiene alimenticia, etc., reunido en Bruselas del 4 al 8 de octubre de 1910 (sección III, pág. 134), en el cual, después de estudiar con detenimiento las aguas, desde el doble punto de vista químico y bacteriológico, llega a las siguientes conclusiones :

1ª Las dificultades de la apreciación de un agua desde el punto de vista higiénico residen, mucho menos en el trabajo técnico del análisis que en el conocimiento y la interpretación de las condiciones locales geológicas, hidrológicas, meteorológicas y epidemiológicas de la región que produce el agua y que le imprimen sus caracteres especiales;

2ª Las aguas de los diferentes terrenos tienen sus características — en-

tendemos por esto la media de sus variaciones — diferenciándose, tanto por los caracteres químicos como por los bacteriológicos;

3ª Nosotros creemos que los números límites generalmente admitidos, son demasiado débiles en la mayoría de los casos;

4ª Para las aguas de distribución de los terrenos calcáreos y especialmente los de las capas profundas, se podrá admitir como números límites en miligramos por litro: oxígeno absorbido (al Kubel), 3; amoníaco, 0; ácido nitroso, 0 a vestigios; ácido nitrico (N_2O_5), 100; cloruros (en NaCl), 100; dureza total 40° (franceses); residuo a 100° C., 100.

Para las aguas de terrenos arenosos y cretáceos, la dureza no debería pasar de 30°, los cloruros y los nitratos, 75 milígramos. Desde el punto de vista bacteriológico, el límite sería de 400 bacterios banales por centímetro cúbico, con menos de 10 colibacilos.

Para las aguas de los pozos se dejará pasar 500 bacterios banales.

Está demás decir que no es necesario que un agua tenga a la vez todas las cifras límites para que sea declarada mala.

Como se ve, por estas conclusiones el criterio de clasificación deja de estar sujeto a un único límite para cada componente del agua, dejando al técnico libertad para que en cada caso aplique el criterio que le corresponda según sea el origen del agua.

Al hacerme cargo, en 1910, del laboratorio químico de la Dirección de salubridad de la provincia de Buenos Aires, me encontré con un único cuadro de límites de potabilidad, el que debía ser tenido en cuenta para todas las aguas de dicha provincia, pertenecieran o no a regiones comparables, siendo natural que dentro de tales cifras se hacía difícil la consideración de muestras sometidas al análisis, teniendo que colocarlas dentro o fuera del cuadro indicador de los máximos admisibles.

En los primeros tiempos tuve, por consiguiente, que guiarme por esos números, hasta que llegado al conocimiento de las condiciones geo o hidrológicas de una parte del suelo de la provincia a profundidades variables, consideré más conveniente suprimir el cuadro de límites y clasificar las aguas de acuerdo con un criterio especial para cada caso, medida que no impedía que para algunos pueblos cuyas condiciones geo e hidrológicas parecen ser semejantes, el criterio de potabilidad fuera el mismo.

El número de análisis efectuado hasta la fecha es insignificante para que los límites que propongo puedan ser considerados como definitivos. Muy al contrario, no los considero sino como el punto de partida del verdadero criterio de potabilidad a que deben estar sometidas las aguas de la provincia, pero para lo cual es necesario continuar la serie de trabajos analíticos iniciados, acompañándolos, si fuera posible, de los datos que pudiera proporcionarnos la Dirección del mapa hidrogeológico, referentes a la clase de terreno que corresponde a cada pueblo, a las diversas profundidades a que llegan las perforaciones más profundas que hayan sido efectuadas en cada región.

Aun así, una vez que se tenga el estudio de las diferentes regiones y se haya establecido el criterio respectivo, con la fijación de cifras máximas dentro de las cuales debe estar comprendida toda agua utilizable como alimento, no podemos creer que la tarea haya terminado. Tienen mucha importancia las condiciones de ubicación de los pozos, con relación a los medios de contaminación (w. c., sumideros, etc.), lo mismo que el modo de construcción, profundidad, etc., así como también el aspecto y temperatura del agua en el momento de la extracción. Pero la importancia de estos últimos datos (aspecto, temperatura) es menor. Sólo sirven para correlacionarlos con las demás características, utilizándose en ciertos casos para formalizar las presunciones que una composición dudosa nos sugiera.

He dicho que la importancia del aspecto y temperatura del agua en el momento de salida es menor, porque en el primer caso puede deberse a la existencia de una zona en la cual haya desagregación del terreno, producida por el fenómeno de succión que corresponde a cada aspiración de la bomba u otro dispositivo empleado para la extracción del agua (se habla de pozos semisurgentes) y este inconveniente es subsanable por sometimiento del líquido a una simple filtración, lo cual será indispensable para utilizarla como bebida.

Estas consideraciones comprenden tan solo a aquellas aguas que no poseen una turbidez extrema, en cuyo caso la acción misma de los filtros (domiciliarios) es ineficaz. En tales casos este solo dato bastará para el rechazo del agua.

Se tratará, en lo posible, de buscar la aplicación de algunos de los aparatos de medida de la turbidez, para establecer así el grado hasta el cual podrá ser tolerada en el agua.

En cuanto a la temperatura, se sabe que el agua subterránea tiene, para cada profundidad, una temperatura diferente, la cual es semejante o muy próxima para iguales profundidades. Su importancia consiste en que la observación, en el agua de una profundidad determinada, de una temperatura mayor que la que tendría normalmente, podría hacernos suponer la existencia de fenómenos especiales en la napa y lugar de donde procede, como ser: fermentación de materias orgánicas, descomposiciones, etc.

Por otra parte, las mismas cifras máximas propuestas tendrán que ser muchas veces sobrepasadas, porque no es posible limitarse a efectuar análisis y colocar las aguas dentro o fuera de esos límites, pues hay razones poderosas que nos hacen alterar ese criterio, llegando a clasificar como potable un agua que tenga algunos elementos en cantidades mayores que las establecidas. Citemos, por ejemplo, este caso:

Hemos considerado que las aguas de un pueblo deben tener como límites máximos cantidades determinadas de cloruros, nitratos, sulfatos, residuo sólido, materia orgánica, nitritos y amoníaco; pero nos encontramos con que un pozo que llega hasta la napa semisurgente y que ha sido construído en forma, alejado de todo foco de contaminación y por consiguiente sin pe-

ligro de que el agua se haya alterado, produce un líquido que, al ser analizado, da un exceso, v. gr., de cloruros, y no tiene, en cambio, más que vestigios de nitratos y de sulfatos, estando los demás datos de acuerdo con la composición normal. Aun suponiendo que en vez de 0gr10 por mil tuviera 0gr15 de cloruros (calculados en Cl) no debemos declarar impotable la muestra analizada, pues este líquido, tiene menos residuo aún que otra agua potable, que en vez del máximo 0gr10 de cloro tiene 0gr098, y en lugar de 0.08 de nitratos y 0.06 de sulfatos, tenga 0.07 y 0.055 respectivamente. No es posible suponer que ese exceso de cloruros sea debido a una contaminación por infiltración de materias fecales o de residuos orgánicos en general, porque un agua contaminada, con presencia de cloruros en cantidad mayor que la normal, debe tener, además: o sales amoniacales o nitritos, o materia orgánica en cantidad elevada y en el mejor de los casos, si la contaminación fuese muy remota, la oxidación habría llegado a producir una cantidad dosable de nitratos, acusada por el análisis. Un agua como la citada debe ser declarada potable, y la diferencia en la cantidad de cloruros, considerada como proveniente de una anormalidad en la configuración geológica del lugar.

He querido, con esto, demostrar la imposibilidad de sujetarse estrictamente a los límites de composición que propongo; pero esta observación y la demostración que antecede, no significan que debemos considerar inútiles los cuadros de límites máximos, pues ellos servirán de guía valiosa para la clasificación de los tantos y tan variados tipos de agua existentes en el territorio de la provincia.

Entre estos cuadros de límites se encontrarán algunos que a primera vista parecerán exagerados, sobre todo si se prescinde del carácter especial de las aguas de ciertas zonas, y se atiene a las características señaladas por ciertos autores para aguas de países extranjeros.

Tampoco puede decirse que la presencia de tales o cuales sales puede alterar el buen funcionamiento del organismo, pues se ha tenido especial cuidado de evitar que las cantidades admitidas sean capaces de producir inconvenientes.

Además de esto, no podemos dejar sin agua, para usos de alimentación, a aquellos pueblos donde por el carácter del suelo, sus aguas contienen un poco más de sales minerales que las que aceptamos corrientemente, si nos consta que en nada puede afectar a la salud el empleo de semejante líquido. Si se registra, por ejemplo, los archivos de análisis correspondientes a las aguas de Bahía Blanca, Adolfo Alsina, General Lavalle, etc., se verá que no aparece en ellos ni una sola muestra de agua clasificada como estrictamente potable, y exceptuándose Bahía Blanca que tiene aguas corrientes que, consideradas químicamente son de buena calidad, las demás localidades citadas sólo disponen de aguas mediocres que, sin embargo, por ser las únicas existentes, han debido utilizarse durante mucho tiempo.

Teniendo en cuenta que el cloruro de sodio químicamente puro puede ser

ingerido en dosis sumamente altas sin daño apreciable para la salud, he elevado la cifra máxima correspondiente al cloro hasta $0^{gr}25$ por mil (1) en algunos pueblos, lo que correspondería a $0^{gr}4119$ de cloruro de sodio por litro; pero es natural que ésto se tolerará en aquellos casos en que no haya probabilidades de que se trate de aguas contaminadas, pues, si se puede tolerar cantidades relativamente elevadas de cloruros procedentes de la constitución del suelo, no se debe permitir el uso de aguas cuyo exceso de esta sal se deba a infiltración de los productos cloacales o residuales en general.

En cuanto a los nitratos, se ha observado que gran parte de la provincia de Buenos Aires tiene aguas ricas en ellos, viéndonos en el caso de preguntarnos si: 1° ¿ contienen nitratos porque están contaminadas, y estas sales corresponden a la última transformación de la materia orgánica al oxidarse? o 2° ¿ el suelo de tales regiones ofrece como particularidad la presencia de notable cantidad de nitratos? De cualquier manera que sea no podemos, conscientemente, llevar los máximos a cifras exageradas, porque nos expondríamos a que pasaran desapercibidas las aguas contaminadas, y una excesiva tolerancia en esto, resultaría al mismo tiempo que inútil, perjudicial. Muchos autores toleran cómodamente hasta $0^{gr}10$ por mil de nitratos, calculados en anhídrido nítrico, por cuyo motivo, tomando en muy pocos casos esta cifra, me he aproximado casi siempre a ella, dividiéndola en tres cantidades, según la región: Pobres en nitratos, hasta $0^{gr}08$ por mil; ricas hasta $0^{gr}09$ por mil; muy ricas $0^{gr}10$ por mil. Más allá de estas cifras, insisto, creo que sería exponernos a un peligro del que haríamos víctimas a las personas obligadas a alimentarse con un agua de esa composición. Si aún así se observara que este límite de $0^{gr}08$, casi general, resulta también elevado, en su debida oportunidad se hará la observación y se propondrá el nuevo número, de acuerdo con las conclusiones que del estudio de las aguas se desprenda. Por ahora los datos de que se dispone, no permiten disminuír estas cifras.

En cuanto a los sulfatos, se ha tratado que la cifra de $0^{gr}06$ por mil, constituya el máximo de anhídrido sulfúrico para las aguas de la mayoría de los pueblos de la provincia; pero no ha sido posible utilizarlo para todos, porque en algunos de ellos es una característica la presencia de una cantidad de ácido sulfúrico mayor que la enunciada. No creo, tampoco, haber sobrepasado los límites de lo conveniente, y en apoyo de esto voy a transcribir del tomo III de la *Enciclopedia química,* de Guareschi, página 279, los límites de tolerancia aconsejados por varios químicos y comisiones extranjeras, insistiendo nuevamente en que la composición de nuestro suelo nos obliga a llevar más lejos algunas de las cifras comprendidas entre estos límites.

(1) Cifra que el doctor Lavalle propuso, en un trabajo presentado al VII° Congreso Internacional de química aplicada, reunido en Londres en 1909. Sección VIII, A, página 40.

LÍMITE DE TOLERANCIA EN 100.000 PARTES DE AGUA

	Viena	Franceses	A. Gautier	Wanklyn y Chapman	Reichardt	Kubel y Tieman	Fischer
Residuo salino	10-50	50	13-50	40.55	10-50	50	»
Cloro	0.2-0.6	»	»	0.7-1.5	0.2-0.8	2-3	3.55
Ácido sulfúrico en SO_3	0.2-0.3	»	»	»	0.2-0.63	8-16	8
Óxido de calcio en CaO	»	»	»	»	»	11-12	11-12
Óxido de magnesio en MgO	»	»	»	»	»	4	4
Ácido nítrico en N_2O_5	0.4	»	»	»	0.4	0.5-1.5	2.7
Ácido nitroso	v.	»	»	0.01	»	»	»
Amoníaco	v.	0.1	»	0.015	»	»	»
Materia orgánica en oxíg. cons.	0.05-0.25	0.2	»	0.2-0.3	0.05-0.25	»	»
Sulfato cálcico	»	15	»	»	»	0.25	0.2
Cloruros	»	0.3-1.5	0.4-1.5	»	»	»	»
Cloruro de calcio	»	»	»	»	»	»	»
Sulfatos	»	»	0.3-2.7	»	»	»	»
Carbonato de calcio	»	»	4.17	»	»	»	»
Bicarbonato de calcio	»	»	»	50	»	»	»

Como se ve por el cuadro que antecede, no sólo no se tiene un criterio bien definido sobre la potabilidad de las aguas, sino que las opiniones difieren fundamentalmente, y así vemos que Reichardt da como máximo de ácido sulfúrico calculado en anhídrido sulfúrico la cantidad de 0.63 por cien mil de agua, (o sea 0.0063 por mil) Fischer y Kubel y Tiemann indican 8 el primero (0.08 ‰) y desde 8 hasta 16 los últimos (0.08 - 0.16 ‰) no siendo de sorprender, por lo tanto, que para la provincia de Buenos Aires hayamos indicado la necesidad de que para algunos pueblos este límite sea de 0.10 por mil y en Bahía Blanca 0.12 por mil.

Constituye también un dato importantísimo el que se refiere a la cantidad de materia orgánica que deben contener las aguas de pozos, la que se ha uniformado en la cifra de 0.01 por mil, calculado en $KMnO_4$ (efectuando la dosificación en solución alcalina) sobrepasada la cual, un agua de pozo semisurgente debe considerarse peligrosa, pues sólo cuando ha habido contaminación se ha observado en las aguas de la provincia una mayor cantidad. En aguas superficiales se permitirá una cantidad algo mayor.

El agua tendrá que ser incolora e inodora, no pudiendo, por tanto, contener ácido sulfhídrico en ninguna cantidad, ni materias orgánicas u otras substancias en disolución en proporciones que le den coloración apreciable. A lo sumo se permitirá un tinte amarillento apenas perceptible. El residuo sólido se ha fijado, como término general en un gramo por litro, pero cambia en algunos pueblos, tolerándose hasta 1.80 para Bahía Blanca.

De acuerdo con los últimos estudios al respecto, se fija como máximo de nitritos (N_2O_3) y sales amoniacales (en NH_3) la presencia de uno solo de ellos, siempre que no pase de vestigios (0.00005 ‰). Encontrándose vestigios de ambos, o uno de ellos en cantidad mayor que la expresada, el agua será clasificada no potable, en vista de tratarse de un líquido contaminado por materiales orgánicos (1).

La dureza total ha sido otro de los datos en que antiguamente se basaban para clasificar un agua, pero se ha ido dilatando cada vez más las cifras máximas hasta que en la actualidad dicho dato se utiliza para darnos una idea de conjunto sobre la composición de las aguas analizadas, pues al no hacer un análisis completo la dureza puede prestar servicios en la interpretación de los resultados obtenidos.

La alcalinidad total no tiene una importancia que pueda, de por sí, en las cantidades en que se la encuentra corrientemente, decidir la clasificación de las aguas, salvo el caso de que se elevara a cifras muy altas; pero entonces la cantidad del residuo evidenciaría la mala cantidad de tales aguas.

(1) Podría suceder que estos nitritos fueran el producto de un proceso de denitrificación de los nitratos por la acción de los bacterios denitrificantes; pero como no se puede contar con la seguridad de la existencia de este fenómeno en tal o cual punto, debemos hacer caso omiso del hecho indicado.

Debo, antes de entrar a detallar, pueblo por pueblo, los límites máximos tolerables, hacer la observación de que para las aguas de pozos comunes, a causa de la facilidad con que pueden contaminarse, no se tendrá un criterio tan amplio como para la clasificación de las de semisurgentes.

Damos más adelante las cifras máximas a que se ha hecho referencia. No ha sido posible presentar los máximos de composición de las aguas de todos los pueblos de la provincia, porque en algunos de ellos no se ha practicado suficiente número de análisis. Por este motivo he reservado para otra oportunidad la fijación de límites de potabilidad de las aguas de los siguientes pueblos: Carlos Casares, Carlos Tejedor, General Lavalle, Lobería, Maipú, Monte, Navarro, Patagones, Pehuajó, Pellegrini, Pila, Pilar, Puán, Ramallo, Rauch. Rivadavia, Tapalqué, Tordillo y Vecino.

Un punto importante es el que se refiere a la consecuencia de las conclusiones de los análisis (cierre de los pozos que producen aguas no potables) pues, aun a la vista de toda la serie de inconvenientes con que en la provincia de Buenos Aires se tropieza para hacer efectiva o posible la clausura de los pozos, es indispensable cegarlos. No se puede permitir, sin peligro, la existencia de un pozo con aguas contaminadas, ni en aquellos casos en que los propietarios o habitantes de las casas aseguren que dicho líquido no se utilizará como alimento, siendo esta una medida que correspondería hacer efectiva a las autoridades sanitarias de dicha provincia.

Se dirá que hay personas que no pueden construír un nuevo pozo porque su situación económica no se lo permite; pero sabemos que los propietarios de las casas a donde ocurren los empleados de la repartición sanitaria son personas que pueden satisfacer las exigencias de la higiene. En el estado actual de las cosas hay poderosas razones para que esto suceda. En primer lugar, en una provincia con más de cien pueblos cabeza de partido y además otros pueblos de regular importancia, es imposible efectuar un elevado número de análisis de cada uno, y todo ha de reducirse a recoger diez o doce muestras diferentes, distribuídas entre municipalidad, escuelas, fábricas, hoteles, despachos de bebidas y una que otra muestra de casa particular; de modo que en la práctica no ocurre el caso de que se analice aguas cuyos pozos no sea posible clausurar, por lo menos por causas económicas, en el caso de que resultaran inaptas para el consumo. En efecto, para poder vigilar todos los pozos de los centros de población de la tan extensa provincia, aunque más no fuera una sola vez por año a cada uno (se aconseja analizar cada seis meses las aguas de los pozos que la última vez resultaren potables) tendría, la repartición sanitaria, que poner a disposición de este solo fin, por lo menos ochenta empleados permanentes, cifra a la que sabemos, se aleja hoy más que nunca, debiendo agregarse a ésto el lamentable estado de desorganización que reina en los laboratorios de la mencionada repartición.

Por otra parte, en la imposibilidad de vigilar todo, es necesario acudir adonde haya afluencia de individuos (escuelas, hoteles, cafés, etc.), y no

perder nunca de vista a los que indirectamente distribuyen y dan de beber a los habitantes de cada población el agua de sus pozos en una de las tantas formas en que circula en el comercio (soda, refrescos y bebidas en general).

Si nuestros pueblos de campo tuvieran, todos, instalaciones para el aprovisionamiento de agua corriente a sus habitantes, muy poca sería la tarea reservada a las autoridades sanitarias y muy pocas las enfermedades de origen hídrico que tendríamos que lamentar, porque entonces, con un personal reducido, se podría efectuar periódicamente la recolección y análisis de las aguas, debiéndose desechar aquellas que presenten algún inconveniente para la salud pública, tratándose siempre de que las aguas que se utilicen para usos de toda una población sean de una pureza puesta fuera de toda duda, no tolerándose en ellas nada que pueda dar margen a la sospecha más insignificante, puesto que en las cosas de la salud los casos de duda deben ser considerados como negativos, debiéndose declarar no potable toda agua en la que, aunque el análisis no compruebe de una manera decisiva la existencia de contaminación, los recursos que la ciencia nos ofrece no basten para convencernos de que las substancias que llamaron la atención, sean productos de transformaciones naturales que, con frecuencia suelen tener lugar bajo la tierra, a profundidades hasta donde nuestra vista y nuestros cálculos no pueden alcanzar.

CUADRO DE LÍMITES MÁXIMOS

	La Plata	Adolfo Alsina	Alberti	Ayacucho	Azul	Bahía Blanca	Balcarce	Baradero	Bartolomé Mitre	Bragado
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.15	0.10	0.12	0.10	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.10	0.10	0.10	0.06	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.40	1.20	1.20	1.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

	Brandsen	Bolívar	Campana	Cañuelas	Carmen de Areco	Caseros (Daireaux)	Castelli	Chacabuco	Chascomús	Chivilcoy
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.20	0.10	0.10	0.12	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.10	0.10
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00	1.40	1.20
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

CUADRO DE LÍMITES MÁXIMOS *(Continu ón)*

	Colón	Coronel Dorrego	Coronel Pringles	Coronel Suárez	Dolores	Exaltación de la Cruz	General Alvarado	General Alvear	General Arenales	General Belgrano
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.15	0.10	0.10	0.20	0.10	0.15	0.20	0.10	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.20	1.20	1.00	1.50	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

	General La Madrid	General Las Heras	General Paz	General Madariaga	General Sarmiento	General Viamonte	General Villegas	Giles	General Pinto	Mar del Plata
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.15	0.10	0.20	0.10	0.10	0.15	0.20	0.10	0.10	0.15
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.40
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

CUADRO DE LÍMITES MÁXIMOS (*Continuación*)

	General Rodríguez	Guaminí	Juárez	Junín	Laprida	Las Conchas (Tigre)	Las Flores	Lincoln	Lobos	Lomas
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.15	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.08	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.40	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.40	1.20	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

	Luján	Magdalena	Marcos Paz	Mar Chiquita	Matanza	Mercedes	Merlo	Moreno	Morón	Necochea
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.15	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.08	0.08	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.20	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

CUADRO DE LÍMITES MÁXIMOS (*Continuación*)

	9 de Julio	Olavarría	Pergamino	Quilmes	Rojas	Saavedra	Saladillo	Salto	S. Antonio de Areco	San Fernando
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.20	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

	San Isidro	San Martín	San Nicolás	San Pedro	San Vicente	Suipacha	Tandil	Tornquist	Trenque Lauquen	Tres Arroyos
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.15	0.16
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0 01	0 01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en OH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

CUADRO DE LÍMITES MÁXIMOS *(Conclusión)*

	25 de Mayo	Vicente López	Villarino	Zárate
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cloruros en Cl	0.12	0.10	0.20	0.10
Nitratos en N_2O_5	0.08	0.08	0.08	0.08
Sulfatos en SO_3	0.06	0.06	0.10	0.06
Materia orgánica en $KMnO_4$	0.01	0.01	0.01	0.01
Residuo sólido a 110° C	1.00	1.00	1.40	1.00
Nitritos en N_2O_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.
Sales amoniacales en NH_3	0 a v.	0 a v.	0 a v.	0 a v.

El trabajo que acabo de transcribir nos señala un rumbo abierto en el sentido de la potabilidad de las aguas del pampeano que, como se ha dicho, tienen una composición cuantitativa variable y cuyo valor como alimento dependerá del criterio que se les aplique, de acuerdo con la región de donde proceden.

En concordancia con el contenido del mismo, puédese, pues considerar a las aguas pampeanas óligometálicas, en cuanto a su composición química, como aptas para el consumo, cuando no intervienen en su composición elementos de contaminación. En el otro tipo, aguas fuertemente mineralizadas, las hay que pueden ser toleradas por el organismo sin perjuicio para la salud, por lo cual serían clasificadas igualmente como potables o como tolerables, y existen otras cuya abundancia de sales minerales las hace completamente desechables para usos de alimentación.

Vemos, pues, que entre el mismo tipo de aguas (pampeanas), unas son de buena aplicación como alimento y otras no son toleradas por el organismo sin graves consecuencias para su buen funcionamiento.

Como casi una característica de las aguas pampeanas pobres en contenido mineral es la riqueza en alcalinidad con respecto a la dureza, y viceversa en el tipo fuertemente mineralizado, es conveniente fijar nuestra atención en el significado que los componentes de las aguas pampeanas tienen como consecuencia de su ingestión.

Sobre las aguas cuyos componentes se encuentren representados por cifras comprendidas dentro de los cuadros que he aconsejado como límites de potabilidad, nada habrá que decir, pues como ya se ha manifestado, ellas están de acuerdo con una fácil tolerancia por el organis-

mo, al que no sólo en nada pueden afectar tales proporciones de sales minerales, sino que hasta ejercen sobre él una acción tónica favorable.

En cambio, aquellas aguas cuyos componentes sobrepasan los límites normales merecen, a mi juicio, una atención especial, pues la ingestión de cantidades excesivas de algunas de las sales puede ocasionar disturbios en el organismo, que no siempre son fáciles de reparar.

Para abarcar a todas las aguas pampeanas que se encuentren en tales condiciones, conviene estudiar separadamente la acción de cada uno de los componentes, de modo que luego baste observar elcuadro analítico para darnos una idea aproximada de la calidad de cada una de ellas.

Acción, sobre el organismo, de las sales contenidas en el agua. — En primer lugar voy a referirme a los cloruros; éstos pueden existir en el agua como provenientes del suelo no contaminado, u originados por una infiltración de líquidos orgánicos. En el primer caso, la presencia de proporciones elevadas de cloruro de sodio, como se expresa en la memoria inserta en este trabajo, no tiene influencia nociva para el organismo. En el segundo caso, en cambio, dada la procedencia de dicha sal, son de temer las consecuencias que pueda acarrear el uso de aguas contaminadas.

Las aguas pampeanas, cargadas muchas veces de cloruros, no deben preocuparnos, hasta cierto límite, cuando ellas provienen de los terrenos por donde atraviesan, pues sabemos que la sal común puede ser ingerida, a diario, por las personas, en dosis relativamente elevadas.

La acción sobre el organismo, al ingerir con precaución las aguas ricas en cloruro de sodio, se manifiesta estimulando la mucosa gástrica e intestinal y por fluidificación de las materias contenidas en el intestino; en cambio, ingeridas sin medida pueden ocasionar catarro gástrico e intestinal. Según Vázquez el cloruro de sodio favorece, en el organismo, el conflicto del oxígeno y del glóbulo rojo, excita la secreción glandular, tiene especial acción sobre el intestino y activa la circulación de los líquidos nutritivos y estimulando la nutrición general ayuda la oxidación de las materias albuminoideas.

Es útil, también en la anemía y clorosis y reumatismo crónico; en cambio su acción sobre el intestino de los colíticos es perjudicial, etc.

A esto débese agregar que los fisiólogos y muchos químicos han demostrado que el cloruro de sodio no es un alimento, pudiendo ser absorbido y eliminado por sujetos sanos sin producir cambio apreciable, que se nota cuando hay insuficiencia renal, porque se acumula en el organismo.

Nitritos. — No deben estar contenidos en las aguas potables, pues sabemos que su presencia constituye un indicio de contaminación.

Amoníaco. — Como álcalis resulta inaplicable en bebidas destinadas a la alimentación; sin embargo las cantidades casi inapreciables en que por excepción se encuentra en nuestras aguas, aparte de que muchas veces no se le halla libre y si combinado, no las harían desechables si no fuera que su presencia, lo mismo que la de los nitritos, indica la existencia de contaminación. En este caso se le encuentra también al estado de amoníaco albuminoideo.

Nitratos. — Las aguas pampeanas no deben contener nitratos sino en proporciones ínfimas, pues en la constitución del suelo no se le encuentra y sólo podría haber en las aguas nitratos provenientes de la atmósfera o de la capa terrestre húmica que el agua se ve obligada a veces a atravesar, antes de llegar a formar parte del pampeano.

Estos nitratos provienen, cuando sus proporciones exceden de las de cierta cantidad, de la transformación de la materia orgánica que, oxidándose, produce amoníaco del cual una parte es absorbida por la vegetación y la otra sufre, a su vez, una nueva oxidación y se transforma primero en nitritos y luego en nitratos. Por otra parte, los nitratos en la dosis máxima indicada en el cuadro de límites que antecede, resultan innocuos para el organismo, al par que constituyen un obstáculo para la consideración como potables, de aguas que en realidad pueden estar contaminadas.

Sulfatos. — Su existencia en proporción elevada en las aguas pampeanas, excepción hecha de las aguas fuertemente mineralizadas, es indicio de contaminación de origen animal.

En las aguas se los encuentra generalmente al estado de combinación con el calcio, magnesio y sodio; por lo tanto es lógico que proporciones elevadas de tales sales, podrían ocasionar disturbios en el organismo. En dosis pequeñas, las sales de calcio constituyen un tónico reconstituyente del sistema óseo y el de sodio y de magnesio fluidifican las substancias contenidas en el intestino.

Carbonatos y bicarbonatos. — Las aguas pampeanas muy raras vez contienen carbonatos neutros, hallándose ellos siempre al estado de bicarbonatos, debido a la presencia de las cantidades necesarias de anhídrido carbónico. Dichos bicarbonatos se hallan combinados, principalmente con el sodio, calcio, magnesio, etc.

Tanto el bicarbonato de sodio como el de calcio son constituyentes que ejercen acciones favorables al organismo, al ser ingeridas; pero lo mismo que se ha dicho para los demás componentes del agua debe

repetirse con éstos, puesto que un exceso de bicarbonatos puede ocasionar el cambio de la reacción de la orina, que pasará a ser neutra o alcalina, lo que conviene evitar, principalmente en la diátesis úrica cuando se trata de personas enfermas con manifestaciones calculosas formadas en el hígado o riñón.

En personas en estado normal el abuso de las aguas bicarbonatadas puede producir inconvenientes en la digestión, que se manifiestan por la neutralización del jugo gástrico, impidiendo, o retardando en el mejor de los casos, la digestión.

Las proporciones de bicarbonatos alcalinos contenidas en las aguas pampeanas, pocas veces exceden los límites de la tolerancia de nuestro organismo, a pesar de ser, como se ha observado oportunamente, aguas que marcan un exceso de alcalinidad con relación a la dureza, (aguas potables). El uso de aguas bicarbonatadas, en dosis medida, favorece las oxidaciones, la combustión de los azúcares dentro del organismo, grasas, albúminas; favorece los fenómenos digestivos, aumenta la secreción del hígado y la del riñón, la actividad respiratoria, la hematosis; aumenta el jugo gástrico (Robin ha llamado excito secretoras a las aguas bicarbonatadas) (1).

Es útil tener en cuenta la evaporación, pues por desprendimiento de parte del anhídrido carbónico los bicarbonatos alcalinos se transforman parcialmente en carbonatos neutros que son mal tolerados por el estómago y pueden actuar como cáustico sobre la superficie interna de los órganos por donde pasen.

Pero lo que parece tener verdadera importancia es la acción de los bicarbonatos alcalinos sobre la sangre. Gracias a la ingestión de aguas bicarbonatadas sódicas, aumenta la cantidad de bicarbonato contenida en la sangre, lo que resulta excelente condición para la oxigenación del glóbulo sanguíneo, aumentando, por lo tanto, la actividad de la nutrición general (Bardet).

En resumen, podríamos decir que nuestras aguas pampeanas de la variedad fuertemente alcalina se aplicarían con resultado favorable en las afecciones del estómago, hiperclorhidrias, úlceras del estómago, ciertas enfermedades hepáticas, v. gr., la icteria catarral, congestiones y litiasis, bronquitis crónicas, catarros de las vías urinarias, reumatismo, algunos casos de gotosos, metritis crónicas, etc. (2).

Sin embargo, siempre debemos tener presente las precauciones por

(1) E. E. Del Arca, *Aguas minerales de la República Argentina.*
(2) Id., *íd.*

observar por las personas sanas, al hacer uso de aguas pampeanas no potables por exceso de alcalinidad, pues si bien ellas se prestan para mejorar el estado del paciente, pueden de igual modo, ser causa de molestías de importancia cuando se las ingiere sin orden ni precauciones.

Sales de calcio. — El calcio se encuentra siempre al estado de bicarbonato, soluble en el agua, y de sulfato y de silicato en menor proporción. En otras clases de aguas puede estar combinado, también, al estado de cloruro y de sulfuro.

Las aguas pampeanas débiles no contienen gran cantidad de sales de calcio, que en cambio se eleva hasta dosis altas en las fuertemente mineralizadas. Por esta razón deben utilizarse estas aguas en distinta forma y cantidad, según las proporciones en que se encuentre este elemento. Las primeras en cualquier cantidad y las últimas tomadas con cierto orden, favorecen el desarrollo del tejido óseo, sin constituír una amenaza, en lo que a las sales de calcio se refiere, para el buen funcionamiento del riñón y del organismo en general.

La ingestión de cantidades elevadas de bicarbonato de calcio podría ocasionar disturbios en el organismo, que se traducirían por la formación de cálculos, irritación renal, etc. Parece, a pesar de que no es bien conocida la dosis máxima innocua para el organismo al estado normal, que una proporción mayor de 0.20 por mil en CaO las colocaría en condiciones desventajosas para el uso, tanto en forma de bebida como para otros usos domésticos e industriales, a causa de que cuando el agua lo contiene en estas proporciones, es el sulfato de calcio el que predomina y es sabido que para la alimentación es más nocivo en este estado que al de bicarbonato.

Sales de magnesio. — El magnesio se encuentra en nuestras aguas, combinado como el calcio, al estado de bicarbonato y de sulfato; esta última combinación es solo posible, en dosis dignas de ser tenidas en cuenta, solamente en las aguas fuertemente mineralizadas, en las que existen cantidades importantes de sulfato de magnesio.

La combinación más frecuente es al estado de bicarbonato; se sabe que esta sal, en pequeña cantidad, tiene una acción favorable para el organismo, principalmente sobre el estómago e intestinos, cuyas funciones acelera. En cantidades excesivas, al contrario, pueden ser perjudiciales a la buena marcha del organismo, de modo que sería conveniente tener en cuenta lo expresado anteriormente, cuando se trate de aguas pampeanas ricas en contenido mineral.

Sales de hierro. — No valdría la pena, casi, referirnos a la influencia de las sales de hierro en la aplicación de las aguas pampeanas

como alimento, pues las cantidades sumamente pequeñas, salvo excepción, en que se las encuentra en ellas, harían inútil todo comentario. Sin embargo, diremos algunas palabras, a fin de demostrar que estas pequeñas proporciones no representan inconveniente, sino más bien, una ventaja para los usos a que se las destina.

Está probado que para que las sales de hierro contenidas en el agua sean efectivamente activas, es necesario que estén en una proporción apreciable, que muchos autores señalan con la cifra de $0^{gr}05$ por mil, en forma de bicarbonato, óxido, sulfato o cremato.

El hierro parece ser absorbido en parte por el organismo, sufriendo la transformación en albuminato, que se combina con las globulinas, dando lugar a la formación de la hemoglobina; la otra parte es eliminada por vía intestinal.

Los convalecientes, anémicos, etc., pueden sacar provecho del uso de aguas ferruginosas, y el profesor A. Robin sostiene que: « un empleo juicioso de ciertas aguas minerales les producirá los más grandes beneficios ». Por estas causas, las sales de hierro contenidas en las aguas pampeanas, o no ejercen acción ninguna sobre el organismo, o en caso de ejercerla, lo hacen en sentido favorable.

Alúmina. — En pequeña cantidad no ejerce acción nociva sobre el organismo, de manera que las aguas pampeanas pueden ser utilizadas sin temor, al respecto.

Sílice. — Tiene poca influencia sobre el organismo; por otra parte, si está en el agua al estado de silicato de calcio, su acción resulta favorable debido al calcio.

Las proporciones en que está contenida en las aguas pampeanas, aun las más mineralizadas, nos evita el tener que ocuparnos con más detenimiento de la sílice.

Sales de sodio y de potasio. — Al hablar de los anteriores constituyentes del agua, me he referido indirectamente a éstos.

Su acción es distinta según que se trate de cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, etc., de manera que sólo agregaré aquí, que la presencia de las sales enunciadas será o no favorable al organismo, según sea el estado de combinación en que existen y las proporciones en que están contenidas.

Como no es fácil indicar la dosis máxima innocua, en un agua, debemos concretarnos a manifestar que, cuando se practican análisis de aguas, su clasificación no se particulariza con las sales de sodio y potasio, sino que se hace teniendo en cuenta el resultado analítico de conjunto.

Resumen del capítulo primero

De lo expuesto anteriormente se deduce que las aguas pampeanas, en lo que al grupo óligometálico se refiere, tienen una composición química que se presta bien para que sean usadas como alimento, pues las sales que contienen y las proporciones en que se encuentran, son caracteres que las colocan en condiciones casi excepcionales para ser empleadas con tal fin.

Pero desgraciadamente, al mismo tiempo que el tipo de agua expresado, existe en el mismo pampeano, una serie de tipos de agua que se apartan fundamentalmente de aquél, al extremo de tener que considerarlas, en muchos casos, como inaptas para el consumo. Estas aguas, de cuyo probable origen nos hemos ocupado oportunamente, pueden ser consideradas como verdaderas aguas minerales, no explotándose como tales, ya sea porque existen en abundancia, o más sencillamente, porque son del país, siendo relegadas a la indiferencia y recurriendo, cada vez que es menester, a las aguas que circulan en el comercio, muchas de las cuales no sólo no pueden competir con algunas de estas aguas pampeanas en calidad, sino que no reunen ni siquiera la condición de ser naturales.

CAPÍTULO II

EL AGUA PAMPEANA EN LA VEGETACIÓN

La influencia del agua en la vegetación es de una importancia considerable, pudiéndose afirmar que a ella se deben:

1° La formación de la tierra arable;

2° La solubilización de los principios minerales que son puestos, luego, a disposición de las plantas.

El agua al circular en la planta lleva consigo sus constituyentes, parte de los cuales abandona en su trayecto, dando a la planta el alimento necesario para su sostenimiento y desarrollo. Se sabe que éste no se consigue cuando el vegetal no recibe, al mismo tiempo que agua, anhídrido carbónico y ázoe, una relativa cantidad de sales minerales, que entrará a formar parte de sus tejidos, combinándose en una u otra forma con la substancia orgánica.

La circulación del agua en las plantas obedece a una serie de condiciones. En primer lugar, no es posible la entrada de nuevas canti-

dades de agua hasta tanto no se haya eliminado parte de la que había en la planta, por efecto de la transpiración. Influyen también, la edad de las plantas, la energía de la raíz, la humedad del aire ambiente, la temperatura, las propiedades químicas del suelo y las mismas del agua. En efecto, se ha practicado experiencias sobre culturas acuáticas, las que han demostrado que la cantidad de agua evaporada por las plantas depende, tanto del grado de concentración de la solución, como de la presencia o ausencia de diferentes compuestos. Por ejemplo, los ácidos activan la transpiración, mientras que las bases la hacen más lenta (1).

Si al agua destilada donde se cultivan plantas se agrega pequeñas cantidades de una sal, se observará que tiene lugar una evaporación más enérgica. Si se aumenta esta cantidad de sal, la transpiración disminuye poco a poco, a medida que aumentan las cantidades de sal introducidas en el agua.

Por otra parte, importa muchísimo conocer las cantidades de agua que transpiran las distintas especies vegetales, pues de tal modo sería fácil establecer si el agua de tal o cual región reune las condiciones exigidas para el buen crecimiento de determinadas especies.

Como sería sumamente largo enumerar una serie numerosa de plantas, voy a referirme a un reducido número de ellas: Wiesner ha constatado que tres plantitas de *zea-mays* de un peso de 1^{gr}6, han transpirado, al sol, 0^{gr}198 de agua en una hora. Además, Wollny ha calculado la cantidad de agua emitida por ciertas plantas, durante el transcurso del período vegetativo, cuyos resultados están consignados en el cuadro siguiente:

Mes	Maíz gramos	Avena gramos	Garbanzos gramos	Mostaza gramos
Junio	647	482	773	538
Julio	3.113	2.095	978	2.125
Agosto	5.761	2.733	917	2.152
Septiembre	2.754	2.008	941	352
Octubre	»	»	801	»
Total	12.275	7.318	4.410	5.140
Evaporación por el suelo	1.063	178	234	166
Total de transpiración	11.212	7.140	4.176	4.974

(1) V. Palladine, *Physiologie des plantes*, página 101.

Esbozada así la influencia de la circulación del agua en las plantas, pasaré a tratar la acción que ejercerá sobre la vegetación la intervención de las aguas pampeanas, refiriéndome principalmente a la influencia de los terrenos y a la composición química del agua que convendrá para la absorción de las plantas.

La acción, benéfica o perjudicial, del agua sobre las plantas, se manifiesta distintamente según sea la composición y carácter del suelo que riegan, pues, de una mayor o menor porosidad del mismo dependerá que el agua llovida se incorpore rápidamente al seno de la tierra o se evapore, aumentando, consiguientemente, su concentración. De manera, entonces, que al ocuparme, en este trabajo, de la influencia de las aguas pampeanas sobre la vegetación, me limitaré a las mismas zonas de donde procede el agua pampeana, es decir, que haré algunas consideraciones sobre su empleo en la vegetación existente en superficies de terrenos pampeanos, cubierto o no de la capa de tierra vegetal.

De otro modo, un agua buena para el riego en una región determinada, podría resultar perjudicial para otra de distinta naturaleza, pues, en terrenos impermeables o muy poco permeables, el agua se estanca y concentra, aumentando el contenido mineral en proporciones tales, que no pueden ser toleradas por la mayor parte de los vegetales. Pero generalmente, al tener lugar la concentración del agua, no lo hace en una forma proporcional. En las aguas pampeanas existen cloruros, bicarbonatos, sulfatos, a veces nitratos, combinados o semicombinados en el caso de los bicarbonatos, con el sodio, potasio, calcio y magnesio (poco hierro, aluminio y fósforo) en ciertas proporciones; por concentración se produce diminución del contenido de las combinaciones del calcio, que desciende paulatinamente hasta llegar a la mayor concentración del sulfato de calcio en el agua, que es, sabemos, poco soluble. Por evaporación se elimina también anhídrido carbónico, que mantenía en disolución, al estado de bicarbonato, a otra parte a veces considerable de carbonato de calcio que, por este motivo, se precipitará al estado de carbonato de calcio insoluble. En cambio, en los mismos terrenos al par que disminuyen en el agua las proporciones de sales de calcio (bicarbonatos y sulfatos) aumentan considerablemente los cloruros, nitratos si los hay y sulfato de sodio, en cuyo caso, si bien sabemos que en pequeña cantidad constituirían un buen alimento para las plantas, en dosis elevadas resultan de un efecto completamente perjudicial.

A propósito, voy a transcribir algunas ideas de Knop que me han

parecido aplicables a las aguas pampeanas (1); en ellas dice : «La planta del campo no necesita del cloruro como alimento. Desde 1861 tuve yo trigo, berro y alforfón, sin agregar al alimento algún cloruro. Sólo ya en abonos poco fuertes con cloruro de sodio se observan efectos desventajosos en la mayor parte; y como muestran los ensayos sobre la recepción de sales de las plantas, ejerce el cloruro de magnesio un efecto dañoso sobre el contenido de las celdillas de las raíces. Es posible que, abonando mucho con NaCl, se produzcan muchas cantidades de cloruro de magnesio por efecto recíproco del ClNa y de las combinaciones del magnesio que existen en el terreno, y que el efecto dañoso del cloruro de sodio resulta de esta reacción. (Knop, *Lehrbuch del Agricultur-Chemie*, 1868, s. 288).

«Aun así penetrarán el cloruro de sodio, el cloruro de potasio y el de magnesio, todos los órganos de las plantas, si se encuentran en los líquidos del terreno; y por eso se ve en toda planta del campo algún cloruro.

«Las clases de todas las sales de potasio, amonio y sodio sufren, si se aumenta la concentración, una absorbencia en su proporción, mayor por la tierra fina, y desaparecen con la evaporación del agua, por ese medio, de los líquidos del terreno. Consiste pues, la concentración de los líquidos del terreno bajo circunstancias naturales principalmente en el aumento de la magnesia, del nitrato (en aquellas clases de terreno abundante en substancias orgánicas en putrefacción) y del cloruro. Los últimos son dañosos a las plantas, si se encuentran en el terreno en alguna cantidad. (Knop, a. a. O., s. 822).

«Toda sal mineral (exceptuando el nitrato), experimenta, al entrar en los tejidos de raíces, una oposición tan pronto como llegan a uno por mil del peso del líquido; los sulfatos en general experimentan una oposición muy tenaz, que en concentraciones de 2.5-3 por mil, resulta muy claramente. » (Knop, a. a. O., s. 828).

Por lo tanto, teniendo en cuenta las experiencias realizadas por Knop y las de otros autores, es natural suponer que en las regiones pampeanas donde la absorción del agua no se efectúe o lo haga muy lentamente, la alteración de dicho líquido, antes apto, en dañoso para el crecimiento de las plantas, tendrá lugar en un tiempo más o menos largo. Por consiguiente, sería difícil, repito, hablar de la influencia del agua pampeana en la vegetación, si nos quisiéramos apartar del estudio correlativo de la naturaleza del terreno en cada región.

(1) *Boletín de la Academia nacional de Córdoba*, 1874-75, página 271.

Pero como en esta forma se impondría una tarea sumamente larga, que sobrepasaría los límites del significado que corresponde dar a esta parte de aplicación de las aguas pampeanas, nos referiremos a su influencia sobre el desarrollo de las plantas, en los terrenos de formación pampeana que sean de fácil permeabilidad.

Alcalinidad. — De este modo, diré que las aguas pampeanas débilmente mineralizadas se prestan bien para el riego y en general para la vegetación. El relativo exceso de alcalinidad que tienen no llega a constituír un inconveniente para las plantas, pues al ser absorbidas por el suelo, las aguas no disponen del tiempo necesario para concentrarse y llegan a la corriente circulatoria vegetal, en una dilución que si no presta beneficio alguno, no resulta, por lo menos, perjudicial. Las cantidades contenidas por las aguas fuertemente mineralizadas son, al contrario, perjudiciales para las plantas, pues aun en terrenos de fácil permeabilidad llega, infaliblemente, a sentirse el efecto del alcalino, cuya acción se manifiesta con la destrucción de los vegetales.

Cloruros. — En cuanto a los cloruros, están contenidos en cantidades pequeñas en el tipo de agua pobre, mientras que la proporción de esta sal es elevada en las aguas fuertemente mineralizadas, y si bien algunos autores creen que no son indispensables al buen desarrollo de las plantas, considero que en las proporciones en que están en las primeras, pueden llegar a constituír un alimento sano para ellas.

En la provincia de Buenos Aires se ven plantas de las más variadas especies crecer y desarrollarse vigorosamente en terrenos habitados por aguas pampeanas potables, sin notarse que la presencia de los cloruros sea un inconveniente para su floreciente desarrollo. De igual modo se observa el efecto pernicioso de las aguas salobres en regiones del país donde el crecimiento de las plantas es impedido por dichas aguas, al extremo de que es fácil observar, en terrenos próximos, buena vegetación de unas haciendo contraste con la escasa o nula de otras. Generalmente crecen en terrenos donde existen aguas de mala calidad, hierbas duras, inaptas para la alimentación del ganado.

Para ciertos vegetales no es inconveniente la presencia de cloruros en proporciones elevadas, pudiéndose comprobar en regiones cuyo suelo es de composición fuertemente salina, el crecimiento normal de árboles como el sauce, eucaliptus, álamos y otros que no es menester citar.

Álcalis. — Los metales alcalinos contenidos en las aguas pampeanas mineralizadas, al estado de carbonatos o bicarbonatos, pueden ser un inconveniente para la agricultura, principalmente en las regiones cuyos terrenos son poco permeables. Se observa con alguna frecuencia, en lugares donde se efectúa la irrigación, la formación de un depósito salino sobre la superficie del suelo, a causa de: *a)* la elevada concentración de ciertas aguas, y *b)* de la lentitud con que son absorbidas por el suelo. Este depósito mineral, sólido, se enriquece poco a poco de carbonatos alcalinos (por abandono del anhídrido carbónico) y luego basta la caída de la primera lluvia para que estas sales alcalinas sean disueltas e incorporadas al seno de la tierra, de donde la planta se encargará de tomar una buena parte con el fin de alimentarse, con las consecuencias que son de imaginar: raquitismo y en algunos casos muerte del vegetal.

Esta acción se limita en aquellos parajes donde el elevado índice de permeabilidad hace que el depósito de las sales se efectúe con mucha lentitud; pero no hay duda que tarde o temprano las aguas ricas en contenido mineral y principalmente de bicarbonatos alcalinos, darán lugar a la formación del depósito salino, que ha de ser, luego, causa del escaso y mal desarrollo de los vegetales que existen en el lugar.

Conviene hacer notar, sin embargo, que los alcalinos y especialmente la potasa, son necesarios a la vida vegetal, al extremo de que Ville dice: « Si se excluye la potasa de la cultura del trigo, la vegetación queda mísera y pobre. La forma de las plantas revela, mismo, un carácter inusitado. El tallo no se levanta verticalmente, ella se tuerce sobre sí misma y se inclina... »

Parece ser, y experiencias efectuadas por Nobbe, Erdmann y Schroeder lo apoyan, que de los álcalis es la potasa la que ejerce verdadera acción fertilizante, al extremo de que resulta irreemplazable por la soda (1). La influencia de la potasa es tan importante que en algunas plantas es más indispensable que el ázoe y el anhídrido carbónico (altramuz).

Experiencias realizadas por Hellriegel han demostrado que si se disminuye gradualmente la proporción de los compuestos del potasio en el cultivo de algunas plantas, el crecimiento y la producción disminuyen del mismo modo.

Existe un grupo importante de plantas llamadas potásicas, entre

(1) *Annales agronomiques*, tomo I, página 172. 1875.

las cuales están la patata, la vid, el lúpulo, el tabaco, etc., debido a que tienen la propiedad de acumular normalmente proporciones fabulosas de compuestos de potasio en sus tejidos.

Salvo el caso de encontrarse al estado de carbonato, su acción será siempre favorable al desarrollo de las plantas. El carbonato de potasio tiene, como el desodio, el inconveniente de comunicarles cierta alcalinidad que resulta, no hay duda, nociva para las plantas.

Es necesario repetir, no obstante lo expuesto, que las aguas pampeanas fuertemente mineralizadas contienen algunas veces cantidades muy elevadas de álcalis, lo cual constituiría un serio inconveniente para su uso en la vegetación.

Calcio. — Las sales de calcio están contenidas en las aguas que estudiamos en proporciones variables, según que se trate de aguas débilmente mineralizadas o en cambio muy ricas en contenido mineral. Sin embargo, puédese afirmar, dada la circunstancia de encontrársele siempre en proporciones no muy altas, que las sales de calcio contenidas en las aguas pampeanas prestan buena contribución al desarrollo de las plantas. Es cierto que no podemos generalizar esta acción benéfica para todos los vegetales, puesto que hay algunos que no aprovechan en nada la presencia de estas sales para su desarrollo; pero para la mayor parte de ellos los componentes del calcio (carbonato y bicarbonato) constituyen un factor de primer orden para su crecimiento.

Deherain (1) dice, refiriéndose a la acción de las sales de calcio: « Viendo a las leguminosas aparecer sobre suelos que no las tenían, tan pronto como estos suelos reciben abonos calcáreos, se puede estar seguro que si la cal no es necesaria a su crecimiento, lo que ignoramos, — faltan experiencias regularmente dispuestas para dilucidar esta cuestión, — ella ejerce, por lo menos, sobre el desarrollo de un gran número de especies de esta familia una acción de tal modo favorable, que les permite luchar victoriosamente contra las otras especies que hasta entonces ocupaban el suelo.

« No sería menester, sin embargo, afanarse en generalizar esta noción. Si M. Demoussy y yo hemos acrecentado cosechas de trébol, alfalfa y de arvejas sembradas en la *terre de bruyère*, abonándola con calcáreo, hemos reconocido, por otra parte, que esta sal ejercía una influencia absolutamente funesta sobre la vegetación de los altramuces azules o amarillos, sembrados en esta misma *terre de bruyère:* ellos

(1) Deherain, página 166. 1902.

han prosperado, florecido y formado semillas cuando ella ha quedado sin adición; han languidecido y muerto rápidamente cuando se ha agregado calcáreo, mismo a la débil dosis de 2 por ciento... Se sabe, sin embargo, que los vegetales elaboran a menudo ácido oxálico; ahora, según M. Loew este ácido ejerce una acción funesta sobre el núcleo de las células; una de las funciones de la cal sería, precisamente, precipitar este ácido oxálico, insolubilizarlo. »

Más adelante, en página 655 agrega:

« De todos modos, si la cal ejerce así efectos muy favorables, presenta el inconveniente de ser fatal a especies vegetales útiles: castaño, altramuz amarillo, etc.; por otra parte, disolviendo el humus atacable parece hacerlo desaparecer bastante rápidamente para dejar, después de algunos años, las tierras ricas en cal y no húmicas, en un estado de agotamiento que no se repara sino lentamente. »

Sin embargo, las cantidades de cal contenidas en las aguas pampeanas se alejan de tal modo de las proporciones que podrían ser consideradas como nocivas para las especies citadas, que se puede asegurar que ellas no alcanzarán a tener esa influencia.

De cualquier modo que sea, las cantidades de sales de calcio que contienen las aguas pampeanas pobres, relativamente pequeñas, no alcanzan a tener una influencia funesta sobre la generalidad de las plantas, mientras que, en cambio tiene lugar una acción tónica, que contribuye al mejor desarrollo del vegetal.

Entre otras propiedades de los compuestos del calcio merecen ser citadas como importantes:

1° Que coagulando la arcilla de las tierras fuertes, éstas no se transforman ya en barros impermeables;

2° Que los abonos calcáreos y notablemente la cal atacan la materia nitrogenada de la tierra arable y provocan la formación de una pequeña cantidad de amoníaco. Al principio de su aplicación la cal retarda la nitrificación, creando en el suelo un medio alcalino para que el fermento nítrico pueda vivir; pronto, sin embargo, la cal se carbonata, ella es ahora como la marga... absolutamente favorable a la nitrificación, siendo necesaria la presencia de una base salificable para saturar el ácido nítrico a medida que se produce (1).

3° Que las sales de calcio determinan la precipitación incompleta de las materias negras del humus, la preservan así de los desperdicios de las tierras pobres; la disolucion orgánica calcárea que persis-

(1) Deherain, *loc. cit.*

te después de esta precipitación parece ser muy favorable al desarrollo de un gran número de especies, sobre todo en la primera edad;

4° Los abonos calcáreos actúan sobre los fosfatos de sesquióxido que se forman espontáneamente en la tierra arable. Ellos los descomponen y llevan el ácido fosfórico a un estado más favorable a la asimilación;

5° En fin, introduciendo cal en el suelo, se le rinde apto para producir ciertas especies para las cuales la cal es un alimento necesario, se da a estas especies una ventaja en la lucha por la vida, que ellas empeñan contra las que cubrían el suelo; éstas últimas se encuentran, al contrario, en condiciones menos ventajosas y concluyen por desaparecer...

Sin entrar en otros detalles sobre la influencia de las sales de calcio, pasaré a considerar brevemente la acción de las de magnesio.

Sales de magnesio. — La presencia de las pequeñas cantidades de bicarbonato de magnesio que pueden contener aun las aguas pampeanas más ricas en él, dentro del grupo débilmente mineralizado, no tienen influencia apreciable sobre la vida de las plantas, y si en algunos casos alcanzaran a tenerla, sería en forma favorable, por cuanto proporciones no elevadas de dicha sal constituyen un alimento para las plantas. Según G. Ville, la ausencia de la magnesia en un terreno podría comprometer el desarrollo del trigo.

Según Loew la magnesia desempeña un papel de mucha importancia: en los líquidos que circulan en las plantas, la magnesia se une al ácido fosfórico por doble descomposición, formando fosfato de magnesio, el cual se disocia fácilmente dando ácido fosfórico libre que pasará a formar parte integrante de la nucleína y de la lecitina.

A dosis elevadas, las sales de magnesio en disolución en el agua pueden ser causa de la muerte de ciertos vegetales.

Sílice. — Las aguas pampeanas llevan en disolución cantidades de sílice combinada que no tienen, para las plantas, ninguna importancia. Sobre la influencia de este constituyente del agua se ha discutido muchísimo, afirmando unos que ejerce una acción variable para el desarrollo de las plantas y negando, otros, que dicha acción tenga lugar.

Las experiencias realizadas hasta ahora demuestran que por lo menos es indispensable para el buen crecimiento de algunas especies. Si bien se ha observado que la avena crece mejor en un medio provisto de una cierta cantidad de sílice, dicho vegetal crece y se desarrolla perfectamente sin la intervención de ese elemento y en experiencias

realizadas sobre el maíz por Víctor Jodin se deduce que el grano de maíz germina y produce una planta de desarrollo normal, sin que intervenga la sílice en su alimentación.

Por otra parte, está demostrado para muchas plantas, que si la sílice no favorece mayormente su crecimiento, no ejerce tampoco una acción negativa, pues los vegetales se concretan a recibirla conjuntamente con las substancias fertilizantes, sin hacerla intervenir, en la mayoría de los casos, en los actos de nutrición.

Fosfatos. — El ácido fosfórico contenido en las aguas pampeanas es poco; sin embargo conviene tenerlo presente, a causa de que las sales de dicho ácido contribuyen eficazmente para el desarrollo de las plantas, como lo ha demostrado Georges Ville, Th. de Saussure, Loew, Berthelot y otros.

Th. de Saussure, escribía ya en 1804: « Yo he encontrado el fosfato de calcio en todas las cenizas de plantas analizadas y no hay razón de creer que ellas pueden existir sin fosfatos. »

Las experiencias realizadas por Ville le autorizan a afirmar que la supresión del fosfato de cal, de la alimentación de la mayoría de las plantas, es causa suficiente para que unas languidezcan y otras mueran. El mismo autor ha comprobado que el trigo cultivado en terrenos pobres en fosfatos, absorbe hasta los últimos restos de esta sal, aprovechándola de tal manera que el peso de la cosecha seca, aumenta proporcionalmente a la cantidad de ácido fosfórico asimilado.

La asimilación del fósforo, según se desprende de los trabajos realizados hasta la fecha, se efectúa bajo la forma de fosfatos. Estos existen en la nucleína, formando parte integrante de su molécula y Loew hace notar que se observa que el ácido fosfórico se dirige hacia las partes donde los núcleos y las células se multiplican, acumulándose en regiones que deben constituír más tarde, el sitio de un aumento rápido con multiplicación de las células, v. gr., en los granos.

Por otra parte, no es un misterio la existencia del fósforo como parte integrante, en la lecitina, substancia que se encuentra tanto en los seres animales como en los vegetales.

Habiendo dicho que las aguas pampeanas contienen poco fosfato, parecería fuera de lugar tratar, con alguna extensión el tópico. Pero es que las aguas disuelven, a medida que su contenido en ácido fosfórico se va agotando, nuevas cantidades de fosfatos, explicándonos de este modo cómo las pequeñísimas dosis de dicha sal pueden tener influencia apreciable sobre el crecimiento de las plantas.

Schloesing (hijo) (1) ha hecho la siguiente experiencia: por medio del agua ha extraído de una tierra de Joinville, $1^{mgr}02$ de ácido fosfórico por litro y ha observado que esta cantidad no se modifica cualquiera que sea la proporción de agua que contenga la tierra. Se establece una especie de equilibrio entre las acciones químicas muy complejas que tienden, unas a insolubilizar, otras a efectuar la disolución de este ácido, de tal modo que si una causa extraña cualquiera hace disminuir la proporción del ácido fosfórico disuelto, entrarán en disolución nuevas cantidades, restableciéndose la concentración primitiva. Luego, si las raíces de las plantas se apoderan del ácido fosfórico contenido en el agua, éste será reemplazado por una nueva proporción, de manera que los vegetales tendrán siempre a su disposición los fosfatos disueltos que les son necesarios, quedando, de este modo, demostrado que las raíces son capaces de utilizar las más débiles cantidades de ácido fosfórico que el agua pueda tener en disolución.

Hierro. — A pesar de las demostraciones de Boiret y Paturel referentes a la acción tóxica de las sales de hierro, entre cuyas experiencias merecen especial mención las efectuadas con avena y garbanzos cultivados en medios líquidos constituídos por disoluciones diluídas de sulfato de hierro, en las cuales dichas plantas no han sobrevivido, se ha constatado que la vid sudamericana cultivada en terrenos calcáreos donde marcaban una clorosis aguda, era susceptible de transformar sus condiciones adquiriendo una hermosa coloración verde por adición, sobre el tallo, de diluciones de la sal de hierro a que se ha hecho referencia.

Se ve que la acción de las sales de hierro se manifiesta sobre la parte clorofílica a la que le devuelve su coloración verde característica; pero sin embargo no se ha probado en forma convincente que la asimilación de las sales en cuestión sea la causa de la desaparición de la enfermedad. Donde resulta verdaderamente eficaz su intervención es en aquellos casos en que se trata de terrenos muy calcáreos, donde el potasio está, sin duda, al estado de carbonato. En ellos el sulfato ferroso transforma dicho carbonato en sulfato, que no siendo ya retenido por las propiedades absorbentes del suelo, puede ser asimilado fácilmente (2).

Leclerc du Sablon (3) incluye al hierro en el grupo de *diez cuerpos*

(1) *Comptes rendus,* tomo XXVII, páginas 236 y 327.

(2) DEHERAIN, *loc. cit.,* página 890.

(3) *Traité de physiologie végétale et agricole,* página 293. 1911.

simples indispensables, y en página 299 agrega: « El hierro es indispensable pero es menester que sea poco; las cenizas raramente contienen más de 0.2 por ciento. Hemos visto que el hierro era necesario para la formación de la clorófila. Sin embargo la clorófila no contiene hierro. Parece que la ausencia del hierro crea en la planta un estado patológico que imposibilita la formación de la materia verde. Por otra parte, las plantas sin clorófila tienen, también, necesidad de hierro. A una dosis elevada, las sales de hierro son tóxicas. »

No obstante ésto, en ciertas plantas E. Haensel ha encontrado hasta 0.69 por ciento de materia seca, calculada como óxido, y en la espinaca 0.44 por ciento.

Del mismo modo que el sulfato se comportan el cloruro férrico y el ferrocianuro de potasio, en cuanto se refiere a la destrucción de la clorosis en los vegetales.

Lo que no está bien dilucidado es el estado de combinación en que el hierro se encuentra en los vegetales, aunque hay quien opina que podría estar en un estado de combinación análoga a la del hematógeno de Bunge (1).

Las aguas pampeanas contienen sales de hierro en proporciones reducidas en unos casos y relativamente elevadas en otros; pero puede afirmarse que la presencia de algunos centigramos o miligramos por mil no puede afectar en lo más mínimo el buen desarrollo de las plantas, aportando, más bien, un elemento que en tales proporciones se comportará como un alimento importante, favoreciendo el crecimiento de los vegetales cultivados en terrenos naturalmente humedecidos, o irrigados artificialmente por aguas, que no llevando en disolución otros materiales nocivos para ellas, contienen sales de hierro en la dosis a que nos hemos referido.

Sales de aluminio. — Recientemente, la doctora María Luisa Cobanera ha estudiado la influencia del aluminio en algunas plantas (2) habiendo llegado a una comprobación que tiene mucha semejanza con lo que hemos dicho para las sales de hierro, es decir, que las sales de aluminio, a una cierta dosis se comportan eficazmente para el desarrollo de los vegetales, mientras que proporciones mayores podrían malograr el crecimiento.

Ya los estudios practicados por Berthelot y André habían demostrado que el aluminio existía en proporciones sensibles en las cenizas

(1) M. SOAVE, *Chimica vegetale e agraria,* tomo I, página 352. 1911.

(2) Tesis de doctorado en química y farmacia.

de las plantas anuales provistas de raíces abundantes y profundas, v. gr., la medicago, convolvulus, etc.

En las cenizas de algunas variedades de licopodio se ha encontrado proporciones relativamente grandes, variables entre 6-22 y 27 por ciento, al parecer al estado de acetato.

En los últimos años se ha realizado en Tokio experiencias sobre la cebada y el lino, habiéndose llegado a la conclusión de que dosis moderadas de sales de aluminio ejercen una acción estimulante sobre su desarrollo.

Lo mismo que en el caso de las sales de hierro, debo hacer notar que las aguas pampeanas no tienen en disolución sino muy pequeñas cantidades de sales de aluminio, tales que no alcanzan en ningún caso a aproximarse a las cifras máximas que las plantas pueden absorber sin inconveniente para su conservación y desarrollo. Por este motivo, las aguas de referencia, en lo que a dichas sales se refiere, no pueden ocasionar disturbios en la vida de los vegetales, por lo menos en aquellos que han sido estudiados, si bien es cierto que no les dan todo el material que sería menester.

Nitratos. — El ázoe constituye uno de los elementos que más importancia tienen para la vegetación. Es así que se le encuentra en las plantas constituyendo una de las substancias que forman parte de los principios inmediatos contenidos en ellas.

Mucho se ha discutido sobre la acción del ázoe en la vegetación, sobre todo cuando se ha estudiado en sus distintas combinaciones, pues mientras unos afirman que el ázoe amoniacal no presta servicio ninguno, otros con Mazé y Muntz demuestran que en el estado de combinación expresado puede intervenir en la constitución de los albuminoides. Mazé ha agregado, además, una observación nueva y es que si se disminuye la proporción de nitrato de sodio (con que además del sulfato de amonio alimentaba plantas de maíz) la producción disminuirá en una cierta proporción ; pero esta proporción se elevará de nuevo si al mismo tiempo que se disminuye los nitratos, se hace otro tanto con el sulfato de amonio. De manera que se desprende de ésto, que las sales amoniacales pueden estar combinadas en el agua por emplear en agricultura, a condición de que sus proporciones no sean excesivas, hecho que, por otra parte, es rarísimo.

Los nitratos que, para desgracia de las plantas, no constituyen un elemento normal del agua subterránea y cuya presencia siempre demuestra la existencia de una condición anormal, no deberían, por este motivo, ocupar nuestra atención, puesto que, como se acaba de

decir, las aguas en general, incluídas las de procedencia pampeana, carecen de estos compuestos y su presencia, cuando se les encuentra, puede ser debida a dos condiciones irregulares: contaminación por substancias orgánicas, o pasaje a través de regiones salitrosas. En ambos casos las aguas subterráneas se cargarán de cantidades variables de nitratos, aumentando, hasta un cierto extremo, su poder fertilizante.

Para probar la acción benéfica de las sales que nos ocupan, numerosos investigadores han efectuado ensayos, cultivando plantas distintas en medios exentos de ázoe, que han sido enriquecidos progresivamente con nitratos. A este respecto, son conocidas las experiencias de Boussingault, entre las cuales merécese recordar una muy demostrativa, en la que empleaba mezclas de nitrato de potasio con fosfatos y cenizas para favorecer el desarrollo del *Helianthus,* substituyendo luego el nitrato por el bicarbonato de potasio, para tener la comprobación de que no actuaba debido al elemento metálico, pues, al hacer el reemplazo obtenía una diferencia en el desarrollo, equivalente, para citar un solo ejemplo, a la relación entre 21.111 y 0.291 gramos de materia vegetal elaborada (1).

Otras experiencias fueron realizadas por Digbé, Glauber, Heushan, Villes, S. Clöez, el príncipe de Salón Hortsmar, etc., con el mismo resultado en lo que se refiere a la acción nutritiva de los nitratos. En este país el doctor S. A. Tieghi (2) ha efectuado numerosas experiencias sobre leguminosas, llegando a comprobar una vez más la forma decisiva como interviene en favor del mejor desarrollo de las mismas.

En las aguas pampeanas no existen normalmente, como se ha dicho, nitratos, más que en las proporciones de vestigios, por lo cual es natural que se deba concluír que dichas aguas no llenan, en la vegetación, el rol que debieran, puesto que no llevando en disolución este elemento fertilizante por excelencia, se hace necesario agregarlo expresamente y de ahí el motivo por el cual nuestros terrenos necesitan ser abonados para obtener de ellos el máximum de rendimiento.

(1) Derahin, *loc. cit.*, página 105.

(2) *El ázoe en la vegetación.* Tesis.

Resumen del capítulo segundo

En esta parte hemos considerado en particular cada uno de los componentes del agua pampeana en su relación con la vegetación; en esa forma hemos visto que unas sales son aptas para el crecimiento de los vegetales y otras están en cantidades tales que, forzosamente deben serles perjudiciales.

Pero considerando a las aguas pampeanas en conjunto, ya la deducción de un juicio se hace más complicada. Sin embargo, cabe aquí la división, no ya en aguas poco y muy mineralizadas, porque, como se ha dicho, la cal es necesaria al buen desarrollo de los vegetales, sino en: 1° aguas pobres en sales de hierro, magnesio y alcalinos (carbonatos y bicarbonatos); y 2° aguas ricas en dichos constituyentes; las primeras buenas y las últimas dañosas para el riego.

Felizmente, los carbonatos y bicarbonatos no constituyen los principales componentes de las aguas que tratamos, pues en las fuertemente mineralizadas sus proporciones son muy reducidas y sólo con rara frecuencia alcanzan a cifras que las puedan hacer perjudiciales para el riego. Es claro que mucho van en ello las condiciones del suelo, de manera que a veces una escasa permeabilidad es causa de la concentración de dichas aguas, en cuyo caso llegan a ocasionar graves perjuicios a las plantas.

En cuanto a las sales de magnesio, pueden ser consideradas beneficiosas en las aguas débilmente mineralizadas y en algunas de las mineralizadas, pero en gran parte de estas últimas están en proporciones tales que su empleo ocasionaría perjuicios importantes a la vegetación.

Para terminar podremos decir que según el profesor Heiden, de Hannover, para que un agua pueda ser considerada buena para el riego, debe tener una composición aproximada a la siguiente (1):

	Por ciento
Ácido sulfúrico en SO_3..........	0.03
— carbónico en CO_2.........	0.175
— nítrico en HNO_3..........	0.010
— clorhídrico en HCl........	0.030
Óxido de calcio en CaO.........	0.109
— de magnesio en MgO......	0.008
— de potasio en K_2O........	0.010
— de sodio en Na_2O.........	0.025

(1) E. H. Ducloux, *Aguas de riego*. Congreso Panamericano, página 35.

según el cual se deduce que muchas de las aguas pampeanas clasificadas como muy mineralizadas podrían ser utilizadas con ventaja en el riego de las plantas.

En el cuadro que antecede, faltan, sin embargo, elementos de suma importancia, como serían el fósforo y hasta el hierro, puesto que este último, si bien es cierto que no es indispensable para la vida vegetal, resulta de una eficacia evidente en muchos casos en que, plantas atacadas de una anemia que las conduce lentamente a la muerte, son restituídas a la vida mediante el empleo de pequeñas cantidades de hierro que, tonificando la clorófila, le devuelven su hermosa coloración verde primitiva.

CAPÍTULO III

EL AGUA PAMPEANA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

Teniendo en cuenta los numerosos tipos de agua que se encuentran en las distintas napas que componen el loes pampeano, es sumamente difícil tratar este punto en una forma general. Por otra parte, no debemos olvidar que dada la diversidad de especies animales a que se refiere este capítulo de la parte III, no es posible aplicar el mismo criterio para todos, pues es sabido que unas especies asimilan mejor ciertos componentes minerales que otras, a las que, en cambio, suelen ser favorables, precisamente las sales que son nocivas para aquéllas.

No se tiene, tampoco, datos de precisión en lo que se refiere a la acción de las sales minerales sobre el organismo de los animales, por lo que se hace más dificultosa la tarea de estudiar la acción de las aguas sobre los animales.

Sin embargo, voy a tratar de hacer algunas consideraciones más o menos generales. En primer lugar débese notar que la división que en páginas anteriores se hizo, en aguas potables y no potables, no puede ser estrictamente aplicada, tratándose de animales, pues, entre las últimas las hay que pueden prestar grandes servicios a la alimentación del ganado, si bien es cierto que existen excepciones. Pero, en lo que a las primeras se refiere, es decir, a las potables, debido a su escaso contenido mineral se prestan perfectamente bien a la alimentación de los animales; las mismas aguas tolerables constituyen una excelente bebida para ellos. Ya cuando se trata de las aguas muy mineralizadas es más difícil emitir juicio. Su acción sobre los anima-

les se manifiesta distintamente, según sea más ó menos rica en una ú otra sal. Es claro que un agua con abundantes cloruros será tolerada sin mayores inconvenientes, si dichos cloruros corresponden al sodio solamente; en cambio, su acción dañosa se manifestará claramente en el caso de tratarse de cloruro de magnesio.

Con los sulfatos tiene lugar algo muy semejante, siendo en igualdad de condiciones menos perjudicial el de calcio que el de magnesio, por ejemplo.

Es frecuente observar que, animales de cualquiera especie al ser trasladados de un campo a otro, presentan síntomas de enfermedad, que se manifiestan en forma de fuertes diarreas que concluyen por producir el enflaquecimiento de los animales. Esto es debido a la mala calidad de las aguas, ricas, muchas veces, en cloruro de magnesio y sulfatos de sodio y de magnesio.

En general, puede decirse que las aguas fuertemente mineralizadas admiten una división en tres clases, teniendo en cuenta su aplicación en ganadería: 1° aguas tolerables para su alimentación; 2° aguas no aplicables por exceso de sales en disolución; y 3° aguas que sin ser tan ricas en sales como en las anteriores, tienen proporciones elevadas de ciertas de ellas, por ejemplo, sulfatos de magnesio y de sodio.

Por más que mis deseos habrían sido dar algunos datos sobre las composiciones medias más convenientes para la alimentación de algunas especies animales, no me ha sido posible; pero refiriéndome la aplicación del agua pampeana en la alimentación del ganado, diré que unas son muy útiles, mientras que otras resultan completamente perjudiciales. En la provincia de Buenos Aires hay una gran extensión de subsuelo que produce aguas buenas para dicho uso; en cambio en varios pueblos, v. gr., Bahia Blanca, General Lavalle, General Villegas, Adolfo Alsina, es difícil encontrar aguas subterráneas que presenten una composición adaptable a tal fin. En el resto del país tiénese aguas que se prestan bien para este uso en Entre Ríos, parte de Tucumán, parte de San Luis y de Mendoza, mientras que en Córdoba, Santiago del Estero, Salta, etc., las aguas subterráneas son, en general, demasiado ricas en contenido mineral, lo que las hace desechables para los fines a que se hace referencia.

CAPÍTULO IV

EL AGUA PAMPEANA EN LA INDUSTRIA

Así como en la alimentación humana, animal y de las plantas es menester que el agua reuna un determinado número de buenas condiciones, en la industria se requiere, también, que ella se sujete a composiciones especiales, variables de acuerdo con el fin a que se las destina.

Una de las principales aplicaciones consiste en el empleo en los generadores de vapor, siendo igualmente utilizada con fines industriales, en la elaboración de un sinnúmero de productos, en los que el agua entra sea como vehículo, como disolvente o formando parte de la composición misma de las substancias elaboradas.

En algunas de dichas industrias (fabricación del azúcar, curtiduría, etc.) la presencia de ciertos componentes químicos constituye un inconveniente gravísimo, al extremo de que podría dar lugar a reacciones que malograrían los fines perseguidos. Por ejemplo, el agua exenta de sales permite obtener, en las fábricas de azúcar : una prolongación del poder decolorante y del de absorción del negro animal, una economía de papel pergamino en ósmosis y una fácil extracción del azúcar por difusión. En esta última operación, que consiste en extraer de la materia prima el jugo azucarado merced al fenómeno de ósmosis, el agua debe estar, en lo posible, exenta de sales disueltas, porque al efectuar luego la concentración, las materias minerales estarán en el jugo en proporción tanto más elevada cuanto mayor haya sido el contenido salino del agua utilizada. La ósmosis, fenómeno que, como se ha dicho, interviene en la operación de que hemos hablado, se efectúa bien con aguas puras, mientras que, con aguas impuras, las paredes permeables de las hojas de pergamino se obstruyen, dificultando su funcionamiento que, indudablente, se hará mal. Las sales minerales disueltas en el agua influyen, también, en sentido negativo, en el lavaje del negro animal, puesto que, siendo absorbidas por éste le harían perder su poder decolorante, haciéndose indispensable para regenerarlo el tratamiento al ácido clorhídrico diluído, para eliminar las sales de calcio y de magnesio, y lavaje posterior al agua pura.

En la industria del papel, especialmente cuando se trata de papel de buena calidad y sobre todo en los de filtro, las sales minerales di-

sueltas en el agua podrían constituír un serio inconveniente, pues las sales calcáreas, aparte de la posibilidad de quedar depositadas sobre el papel de filtro, al efectuar el encolado de los distintos tipos de papel habría que lamentar la precipitación de la resina de la solución de resinato empleada en dicha operación, no sobre el producto por encolar sino al estado de jabón calcáreo. La presencia, en el agua, de ciertas cantidades de sales de hierro imposibilitaría la obtención de papeles blancos o de colores débiles, pues la coloración pardo-rojiza de los óxidos o de las lacas de hierro altera el tinte de las pastas preparadas al efecto.

En la elaboración de la cerveza origina consecuencias lamentables el uso de aguas cargadas de materia orgánica, pues ellas constituyen un buen caldo de cultura para los organismos (hongos) que comprometen la germinación de la cebada, de cuya operación depende el buen resultado de la fabricación. Influye, también, la materia orgánica, en sentido desfavorable en la fermentación, y terminada la fabricación de la cerveza, impide su buena conservación. Son desechables para el mismo uso las aguas que contienen amoníaco (libre o combinado), nitritos o nitratos que, en el maltaje y en la fermentación facilitan el desarrollo de los microorganismos extraños y dan lugar, en determinadas condiciones, a reacciones químicas ajenas a la fabricación. Si las aguas que se emplean contienen proporciones muy altas de sales de calcio y de magnesio tendrán igualmente, una influencia nefasta; impedirán, las primeras, que la fermentación se verifique normalmente y las últimas disminuirán la actividad de la diastasa en la operación del *brassage*. (Los mismos inconvenientes se presentan, también, en la elaboración del alcohol.) Constituirán, asimismo, un factor negativo para la buena conservación de la cerveza, que requiere una cierta acidez, la que puede ser neutralizada parcial o totalmente por los carbonatos alcalino-terrosos.

No obstante, ocurre con las sales de calcio, especialmente con los sulfatos, un hecho digno de ser tenido en cuenta; en efecto, en pequeña proporción el sulfato de calcio contenido en el agua da a la cerveza cualidades apreciables: buen gusto, coloración y buena conservación, al extremo de que las aguas selenitosas han sido siempre apreciadas como excelentes para la fabricación de la cerveza.

En resumen, conviene que las aguas que se empleen con los fines que anteceden reunan estas condiciones: pobres en materia orgánica: menos de $0^{gr}005$ por mil; mediana proporción de sales de calcio y de

magnesio: 0.10 a 0.20 por mil; y privadas de nitritos, nitratos y sales amoniacales.

En la fabricación del celuloide y en la de la seda artificial es también la influencia de las sales de calcio la que se manifiesta en forma perjudicial, pues en el primer caso las aguas ricas en este componente disminuyen la transparencia del producto y en el último impiden la obtención de sedas de buena calidad.

En las manipulaciones concernientes a la elaboración de las materias colorantes es indispensable utilizar aguas muy pobres en sales minerales, pues las disoluciones de los colorantes aumentarían las proporciones de sales al efectuar la concentración, ocasionando, a veces, como sucede con la alizarina, combinaciones que pueden llegar a malograr la fabricación.

En las tinturerías, lavaderos, fábricas de tejidos e industrias afines, de jabones, etc., las aguas ricas en sales alcalino-terrosas se prestan igualmente mal, pues en la mayoría de ellas dichos elementos se combinan a la masa saponificada, dando lugar a la formación de jabones insolubles y ocasionando la pérdida de cantidades apreciables de lejía alcalina.

Del mismo modo que las sales alcalino-terrosas, tienen influencia, generalmente, en sentido negativo los demás elementos contenidos en el agua, v. gr., cloruros, carbonato de sodio, de potasio, nitratos, sales de hierro, etc. Los cloruros no constituyen, en el agua débilmente mineralizada un elemento cuyas proporciones merezcan ser tenidas en cuenta en sus aplicaciones en la industria, siendo, en cambio, importante hacer la observación de que el empleo del tipo que hemos llamado fuertemente mineralizado, puede ocasionar inconvenientes graves, subsanables solo por una corrección previa. En cambio los carbonatos alcalino-terrosos llegan a veces, aun en las aguas pobres, a proporciones tales, que resulta evidente la necesidad de corregirlas antes de destinarlas a ciertos usos industriales.

En las industrias someramente tratadas, así como en otras cuya enunciación he omitido por no dar demasiada extensión al capítulo que nos ocupa, ejercen las aguas pampeanas una acción variable, dependiente de la naturaleza de la industria y de la composición del agua. Hemos visto que en la fabricación de la cerveza las aguas que contienen en disolución cantidades medianas de sales de calcio y de magnesio, son consideradas excelentes, mientras que las mismas serían de un uso imposible en la industria de las materias colorantes. De modo entonces que es de todo punto imposible, al hablar

de las aplicaciones industriales de las aguas subterráneas procedentes de terrenos de formación pampeana, hacerlo en una forma general, debiendo concretarnos a tratar particularmente cada industria, teniendo por base las consideraciones que se han hecho en páginas anteriores, o a lo sumo reunir por grupos á aquellas que exijan condiciones semejantes.

Así, pues, diré que las aguas pampeanas óligometálicas son de una aplicacion óptima en la fabricación de la cerveza, del azúcar, alcohol, y buena en la de los jabones, tejidos, lavaderos, etc.; mientras que debido a las sales de calcio que contienen, no se prestan como sería de desear, en la elaboración de las materias tanantes y del papel, si bien sabemos que, no obstante lo expuesto, se emplean sin previa corrección en este país.

Las aguas fuertemente mineralizadas no se comportan en una forma recomendable para ninguna de las industrias a que se ha hecho referencia, pues en ellas no son solamente las sales alcalino-terrosas las que deciden el éxito de la manipulación, sino que intervienen los cloruros y carbonatos alcalinos, los sulfatos, nitratos, etc., dando a los productos que se destinan a la alimentación un aspecto y sabor desechables, y formando en otras industrias combinaciones que comprometen su buen resultado. Demás está decir que el abundante contenido de algunas sales, por ejemplo, el cloruro de sodio puede llegar a ser conveniente en las industrias que utilizan dicho producto como materia prima, cual ocurre en la fabricación del jabón, en la que el cloruro de sodio se utiliza para su insolubilización.

Pero donde el empleo del agua debe estar sometido a las más severas condiciones es en la alimentación de los generadores de vapor, en cuyo interior tienen lugar las más curiosas transformaciones, originadas por reacciones químicas que se manifiestan a consecuencia de varios factores: temperatura, concentración de algunos compuestos salinos, etc.

Estas transformaciones pueden dar lugar a fenómenos de depósito de substancia sólida sobre las paredes internas de las calderas (incrustaciones) o a ataque de los metales que las constituyen (corrosiones) que es necesario suprimir si se quiere evitar los numerosos inconvenientes que dichos fenómenos pueden ocasionar, v. gr., pérdida de calor por mala conductibilidad del depósito incrustado, con el consiguiente aumento en el gasto de combustible, y otro más grave aún, cual es que en ciertas condiciones, debido a la mala conductibilidad de estos depósitos adherentes, se producen dilataciones desiguales

que originan grietas, dando pasaje al agua que en contacto, luego, con la pared externa calentada al rojo produce una volatilización tan brusca y abundante, que puede determinar la explosión de la caldera.

En las aguas en general existen sales cuya presencia no presenta inconveniente en la alimentación de las calderas, pudiendo citar entre éstas el sulfato de potasio y los nitratos de sodio y de potasio. Los cloruros no dan lugar a la formación de depósitos adherentes, pero en cambio tienen el inconveniente de ser corrosivos a causa de su descomposición por el calor, sobre todo en presencia de las sales de magnesio, en hidrocarbonato de dicho metal alcalino-terroso y ácido clorhídrico, el cual es arrastrado por el vapor y ataca el metal del generador, provocando corrosiones en el mismo.

Pero un grupo importante de sales minerales contribuye a la formación de los depósitos minerales (incrustaciones) de que hemos hablado en páginas anteriores, entre las cuales las más importantes son : el carbonato de calcio y el de magnesio, disueltos, como se sabe, a favor del anhídrido carbónico, y los sulfatos correspondientes; de menor interés son los óxidos de hierro y de aluminio, los silicatos alcalinos, etc.

Carbonato de calcio. — Es como se ha dicho, casi insoluble en el agua, pero gracias al anhídrido carbónico se incorpora a ella en proporciones considerables. Pero cuando el agua es sometida a la acción del calor en el interior de las calderas, el anhídrido carbónico es desalojado rápidamente, y volviendo a tener la sal de calcio el índice primitivo de solubilidad, no puede mantenerse en disolución y entonces precipita al estado de carbonato de calcio. Agréguese que si el agua es llevada hasta la temperatura de 150° C. la precipitación es total a causa de su completa insolubilidad en el agua a la expresada temperatura.

Las aguas pampeanas, poco y muy mineralizadas, contienen cantidades variables de sales de calcio en disolución; pero podríase afirmar sin temor de equivocarnos, que en el grupo de las primeras las proporciones en que están contenidas no malograrían el buen funcionamiento de los generadores de vapor, puesto que corrientemente estas aguas contienen cantidades aproximadas a $0^{gr}10$ de óxido de calcio por litro. Es evidente que la acción consecutiva del agua, que periódicamente debe ser renovada, influirá para que con el tiempo el depósito producido sea considerable; pero hay que tener en cuenta que no es posible el empleo del agua destilada, que sería el ideal, y entonces, dentro de la relatividad de las cosas, debemos conceptuar

al agua pampeana débilmente mineralizada como un buen material para la alimentación de los generadores de vapor.

Si no fuera que la presencia de otras sales influye para que el carbonato de calcio, en sí poco adherente, modifique sus propiedades físicas, la existencia de esta sal en el agua no sería un factor de tanta importancia, porque siendo poco adherente, el precipitado formado se iría conjuntamente con las aguas de lavaje al efectuar la limpieza de las calderas, cosa que no tiene lugar, como consecuencia del estado especial que adquiere en presencia de las demás sales incrustantes.

Carbonato de magnesio. — Cuanto se ha dicho para el carbonato de calcio podría repetirse para el de magnesio. Hay que hacer notar solamente, que este último es más soluble en el agua que aquél, a la temperatura ordinaria.

Cuando debido a las presiones que es necesario provocar en el interior de las calderas la temperatura del agua se eleva considerablemente, el carbonato de magnesio se descompone y da origen a óxidos de magnesio, hidratados, que entran a formar parte de las incrustaciones.

Esta sal se encuentra, también, en disolución en las aguas pampeanas, merced a la presencia del anhídrido carbónico, lo mismo que el calcio; pero salvo excepciones, sus proporciones son inferiores a las de esta otra sal. Puede afirmarse que las cantidades contenidas en las aguas pampeanas óligometálicas no influyen mayormente en el funcionamiento de las calderas, ocurriendo lo contrario con el grupo de las fuertemente mineralizadas.

Sulfato de calcio. — Pero la sal que tiene en alto grado las propiedades incrustantes es el sulfato de calcio. Felizmente, el ácido sulfúrico no es uno de los constituyentes que merezca la pena tener en cuenta en la constitución del loes pampeano, puesto que se le encuentra, por regla general, a la dosis de vestigios, por lo cual, lógicamente, el agua que no ha atravesado otra región distinta antes de llegar al pampeano, o que no corresponde a lugares provistos de depósitos de antiguos lagos, esteros, ríos, mares, etc., se verá privada de su presencia, o si lo contiene será en proporciones cuya influencia tiene que ser indiscutiblemente limitada. Sin embargo, no debemos restarle toda importancia, por cuanto existen aguas del pampeano que lo contienen en proporciones elevadas, que llegan, en algunos casos, a acercarse al límite de saturación (2 ‰ a 15° C.).

Al funcionar las calderas, el agua sometida a temperaturas variables se va despojando del sulfato contenido, por influencia de la tem-

peratura, proporcionalmente a la cual su solubilidad disminuye, y de la concentración del líquido. Cuando se trabaja a dos atmósferas la precipitación del sulfato de calcio es casi completa, pues a la temperatura correspondiente, 124° C., su solubilidad ha disminuído hasta 0.14 por ciento. A 140° C. la precipitación es total; pero no toda la sal deja de pertenecer al agua por dicho motivo, pues contrariamente a lo que tiene lugar con el carbonato, en cuanto el agua vuelve a tener la temperatura ordinaria el sulfato de calcio comienza a disolverse de nuevo, tanto más lenta e incompletamente cuanto mayor haya sido la temperatura a que ha sido sometido el líquido en cuestión.

Esta propiedad no disminuye sino aparentemente sus malas condiciones, porque la incrustación se forma mientras funciona la caldera, que es precisamente cuando existe el peligro. Esta incrustación es dura y muy adherente.

Si además de sulfatos hay carbonatos alcalinos térreos, éstos se depositarán sobre aquéllos, haciendo más compacto y más duro el depósito adherente (1).

Sílice. — La sílice libre y la precipitada de los silicatos da lugar también a la formación de incrustaciones duras y adherentes, que van a aumentar el espesor del depósito formado, llegando, en algunos casos hasta a desalojar a los ácidos menos fijos (2) como lo es el carbónico, combinándose luego con las bases.

Las aguas pampeanas contienen cantidades sumamente variables de unos y otros elementos. Ya hemos dicho que la generalidad de las de la provincia de Buenos Aires responden al tipo: alcalinidad mayor que dureza y tienen un residuo poco elevado; estas aguas serían excelentes para la alimentación de los generadores de vapor, porque el depósito de substancia incrustante es casi despreciable en proporción a la cantidad de líquido empleada. Por otra parte, su relativa pobreza en sulfatos las hace aun más aceptables.

Pero en la misma provincia y en el resto del país hay otras variedades de agua en las cuales no siempre persiste la relación $A > D$, siendo más frecuente la inversa $D > A$, con riqueza de sulfatos y cloruros principalmente; de manera que sus efectos sobre las calderas no admiten comparación con las otras: éstas depositarán una cantidad bastante apreciable de substancia incrustante en el interior de

(1) M. E. Vassalli, Tesis, página 17.

(2) J. J. Kyle, *Anales de la Sociedad científica argentina,* página 64. 1887.

las calderas, con los inconvenientes que son fáciles de imaginar.

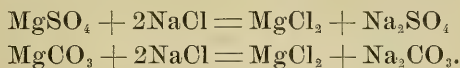
Por lo que antecede puédese afirmar que las aguas pampeanas pobres en materia mineral son de excelente aplicación en las calderas, mientras que las de origen marino, de lagos, etc., son, precisamente, todo lo contrario.

Corrosiones. — Aparte de la acción de depósito que se verifica en el interior de los generadores de vapor, otra acción no menos dañosa tiene lugar en las mismas; esta es la corrosión, producida por la generalidad de las aguas naturales, pudiendo haber aguas que reunan a un tiempo las dos propiedades: incrustantes y corrosivas, como por ejemplo las aguas de mar.

Las corrosiones pueden ser debidas: a la influencia de las sales contenidas en el agua y a la intervención de los gases anhídrido carbónico y oxígeno disueltos en la misma. Sin embargo, existen dudas sobre este último punto, a causa de que algunos autores, con Cushman, no admiten la teoría de que el anhídrido carbónico sea capaz de dar origen a la corrosión. Según el autor citado, la corrosión es un fenómeno electrolítico que tiene por sitio el hierro mismo y ella será tanto más débil cuanto más puro y homogéneo sea el hierro.

Veamos la acción que pueden ejercer los elementos que forman parte de los constituyentes de las aguas pampeanas.

Cloruros. — Ya hemos dicho que los cloruros, principalmente cuando se trata del de magnesio, se descomponen a 100° C. en presencia del agua, precipitando hidrato de magnesio y produciendo ácido clorhídrico que ataca las paredes y piezas de los generadores. Cuando el agua contiene otros cloruros, en presencia de sales de magnesio, por ejemplo, de sulfato o de carbonato, éstos se descomponen dando lugar a la producción de cloruro de magnesio.



$$MgSO_4 + 2NaCl = MgCl_2 + Na_2SO_4$$
$$MgCO_3 + 2NaCl = MgCl_2 + Na_2CO_3.$$

Este cloruro de sodio, se descompone a su vez cuando se halla en presencia de vapor de agua y de sílice, con producción, también, de ácido clorhídrico libre:

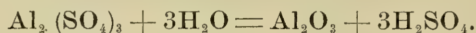


$$SiO_2 + 2NaCl + H_2O = Na_2SiO_3 + 2HCl.$$

Sulfatos. — Varios son los sulfatos que ejercen influencia corrosiva sobre el hierro de las calderas, aun en frío. Los sulfatos alcalinos

se encuentran en el grupo de los corrosivos, y parece que su acción aumenta en presencia del anhídrido carbónico, gas que tiene la propiedad de favorecer, en general, la acción corrosiva de todas las sales.

El sulfato de aluminio y el de hierro se descomponen en presencia del vapor de agua, produciendo ácido sulfúrico libre que corroe el metal:



$$Al_2 (SO_4)_3 + 3H_2O = Al_2O_3 + 3H_2SO_4.$$

Nitratos. — Cuando las aguas tienen nitratos, dos cosas pueden ocurrir: *a)* que éstos se descompongan dando ácido nítrico que atacará el metal; *b)* que por descomposición simultánea de los cloruros, con producción de ácido clorhídrico, se forme agua regia, en cuyo caso la corrosión que ocasionará será mayor.

Los nitratos no constituyen el elemento más común en el agua pampeana, en la cual no se les encuentra sino por excepción, de manera que la importancia de su acción queda disminuída, a causa de las débiles proporciones en que se hallan contenidos.

Carbonatos. — Generalmente estas sales se encuentran en las aguas al estado de bicarbonatos, de manera que el anhídrido carbónico semicombinado se separa en presencia de las altas temperaturas, y una vez libre, actúa en forma perjudicial sobre ellas porque activa las propiedades corrosivas de las sales. En los casos en que el agua, en vez de bicarbonatos contiene carbonatos alcalinos, neutros, su influencia pasa a ser favorable, pues éstos actuarán como desincrustantes, precipitando las sales de metales alcalinos térreos al estado de carbonatos insolubles, sin desprendimiento de anhídrido carbónico.

Resumen del capítulo cuarto

En resumen, las aguas pampeanas débilmente mineralizadas se prestan bien para la alimentación de los generadores de vapor, pues la cantidad de elementos corrosivos e incrustantes que contienen es tan pequeña, que no alcanza a actuar en forma perjudicial sobre el metal. En cambio las aguas de misma procedencia geológica, pero que tienen en disolución importantes cantidades de sales minerales, presentan una actividad incrustante y corrosiva especial, siendo sumamente peligroso el empleo de estas aguas para los fines a que se hace referencia.

La cantidad de bicarbonatos que las débiles contienen son más bien favorables como desincrustantes, pues, en presencia de pocas sales minerales la acción perjudicial del anhídrido carbónico se limita mucho y entonces, eliminado el exceso de dicho gas, los carbonatos alcalinos que quedan actuarán sobre la pared de las calderas como verdaderos desincrustantes. Pero las aguas fuertemente mineralizadas dejarán de obedecer a esta ley en vista de que tienen muchas sales cálcicas y magnésicas en proporción a las débiles cantidades de bicarbonatos contenidas.

Finalmente, diré que las aguas pampeanas se dividen también en varios grupos con respecto a la influencia que ejercen en el interior de las calderas: aguas neutras y aguas incrustantes, pudiendo hacer lo propio con respecto a las corrosión.

CUARTA PARTE

RELACIÓN ENTRE LAS COMPOSICIONES QUÍMICAS DE LAS AGUAS PAMPEANAS Y DE LAS DE OTRA PROCEDENCIA

Si se compara las aguas pampeanas con las de otra procedencia geológica, no se observará nada que pueda llamarnos la atención, pues los componentes de unas están contenidos en las otras, en proporciones más o menos semejantes y más o menos diferentes, según el caso.

Por esa razón, si se quisiera conocer con exactitud el origen de un agua determinada de la que se ignora la procedencia, se tropezaría con el inconveniente de la carencia de características, que hagan de las aguas pampeanas un tipo especial, inconfundible. Lo que ocurre es, precisamente, lo contrario: en las aguas pampeanas las hay poco y muy mineralizadas; las hay que son ricas en una sal determinada y pobres en la misma, de modo que presentan composiciones comparables y confundibles con otras aguas de distinto origen geológico.

No es posible señalar en ellas una media de composición, por cuanto se observa la existencia de todos los tipos imaginables. Si se tratara tan solo de aguas pluviales caídas sobre el pampeano libre de restos de antiguos mares, lagos o esteros desecados, sería fácil su

caracterización, porque entonces su composición dependería de la del loes, libre de esos restos salinos, en cuyo caso, ya lo hemos dicho, presentarían una composición determinada y característica. Pero consideradas en forma general, repito, no presentan un tipo único y su composición constituye una escala sumamente variable, que va desde lo más pobre en contenido mineral hasta lo más rico que se pueda imaginar.

Consideradas independientemente tienen la característica de ser: las débilmente mineralizadas proporcionalmente ricas en alcalinidad, mientras que las fuertemente mineralizadas contienen cantidades relativamente ínfimas de carbonatos y bicarbonatos.

QUINTA PARTE

CONCLUSIONES

1ª Las aguas que existen en el pampeano no tienen una composición química que las haga semejantes entre sí;

2ª Estas diferencias consisten en las proporciones en que se encuentran los constituyentes minerales;

3ª Puede dividirse a las aguas pampeanas en dos tipos: 1° aguas poco mineralizadas (óligometálicas), y 2° aguas fuertemente mineralizadas;

4ª Las aguas pampeanas de la provincia de Buenos Aires presentan la particularidad de tener, por lo general, la alcalinidad mayor que la dureza;

5ª Se ha observado, en cambio, que en las aguas fuertemente mineralizadas del resto del país, la relación entre la alcalinidad y la dureza no persiste en la forma indicada anteriormente, pues en éstas la dureza es mayor que la alcalinidad;

6ª Las aguas pampeanas no tienen caracteres netos, propios; puede sí decirse que las débilmente mineralizadas presentan la particularidad de tener muy pocos o carecer de sulfatos; los cloruros existen en muy pequeña cantidad, siendo relativamente ricas en bicarbonatos, mientras que las fuertemente mineralizadas contienen abundantes cloruros y sulfatos y poca alcalinidad;

7ª En cuanto a su aplicación, las primeras son potables y las últi-

mas inaptas para la alimentación. Las primeras pueden servir con ventaja para el riego y la alimentación del ganado y de los generadores de vapor, y las fuertemente mineralizadas son perjudiciales para el riego y la alimentación de calderas, habiendo entre ellas algunas que pueden ser útiles como bebida para el ganado;

8ª No existe una diferenciación neta entre las aguas pampeanas y las de otra procedencia geológica.

PROYECTO DE INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

(MAR DEL PLATA)

> « Aquel a quien la inteligencia sólo concibe, que escapa a la percepción de los sentidos, que es invisible, eterno, alma universal, a quien nadie puede definir ni comprender, desarrolló su potencia.
>
> « Él resolvió, en su pensamiento, sacar de su propia esencia todos los seres, y depositó en las aguas, las que Él creó primeramente, el germen de la vida universal. »
>
> (Manava Dharma Sastra. — *Génesis.*)

> ... « Pues yo voy a las extremidades de la tierra fecunda, a visitar al Océano, padre de los dioses... »
>
> (*Ilíada,* canto XIV.)

La idea de fundar un Instituto Oceanográfico en un punto de la costa marítima argentina, no es nueva, pero hasta la fecha han fracasado todas las tentativas realizadas en ese sentido, pues siempre se tropieza con dificultades al pretender llevar a cabo una fundación de ese género, sobre todo en naciones como la nuestra, que, joven aun, dedica con preferencia sus energías a especulaciones mercantiles.

A pesar de ello, en el año 1909, el senador doctor Eugenio F. Ramírez, cuya trágica muerte lamentamos, presentó al Honorable senado de la provincia de Buenos Aires, y éste aprobó por unanimidad, un proyecto de ley, autorizando al Poder ejecutivo de esa provincia para invertir la suma de 200.000 pesos curso legal, en la construcción de un laboratorio de biología marítima y acuario en Mar del Plata. Desgraciadamente la Cámara de diputados no compartió con la de senadores la idea, siendo al año siguiente rechazado el proyecto Ramírez.

La creación del Instituto no obedece a la idea de realizar sólo estudios de ciencia pura, sino que, dentro de la esfera de la riqueza nacional, está llamado a desempeñar un importante papel, en el estudio y legislación de la pesca, tanto en nuestras aguas marítimas como fluviales.

Lo que en su principio no pasa de una quimera, con tiempo se hace realizable, y más tarde necesario: creemos que la fundación del Instituto ha llegado ya a ser una necesidad para nuestro país.

En la actualidad las explotaciones agrícolas y ganaderas han llegado a un grado de desarrollo sumamente importante, pero en cambio se ha descuidado en extremo el desarrollo industrial de la República, lo que constituye un desequilibrio económico, el que sentimos de un modo intenso en épocas como la actual, en que la Europa, agobiada por una de las guerras más sangrientas que registra la historia, no puede enviarnos sus productos, pues toda su actividad industrial se reduce a la fabricación de armamentos, y por otra parte las dificultades de transporte son considerables.

De ahí que es indispensable que tanto el gobierno como el pueblo se den cuenta que urge la implantación de industrias en nuestro país, sobre todo aquellas que son elaboradoras de artículos de primera necesidad; entre ellas figuran, en primer lugar, las industrias derivadas de la agricultura y ganadería, las industrias mineras y la pesca.

Para ello es necesario la estimulación, por medio de acertadas leyes, de parte del gobierno, y la protección, por medio de la preferencia sobre los productos extranjeros, de parte del público.

Pero no se puede pretender la implantación de las industrias pesqueras, las que en esta ocasión nos ocupan, hasta tanto no se hagan estudios metódicos y detallados de la riqueza de nuestras aguas, pues ningún capital se arriesgará en una empresa, ignorando el campo de acción para su actividad; es por eso que es indispensable proceder al estudio científico y metódico de nuestras aguas.

Una vez realizados ellos, aunque sea de un modo parcial, con seguridad han de invertirse capitales en esas industrias, las que dan magníficas utilidades en todos los países europeos y en los Estados Unidos de Norte América, y quizás en un porvenir no muy lejano, nuestro país, en vez de importar anualmente productos marinos por sumas de consideración, se convierta en país exportador, lo que es muy probable, dada la extensión de nuestro litoral marítimo.

A este respecto debemos imitar a las naciones más evolucionadas que la nuestra, y que dedican una grande actividad a estas investiga-

ciones, porque conocen la importancia que representan para sus industrias los estudios, tanto de la fauna como de la hidrología de sus mares.

Para apoyar lo que antecede daremos una ligera idea de las principales expediciones y estudios del mar realizadas en Europa y Estados Unidos.

Desde que los Estados Unidos de Norte América efectuaron las campañas del *Dolphin,* en 1851, y del *Arctic,* en 1855-56, las principales naciones de la tierra no han cesado de equipar expediciones y cruceros, algunos de grande importancia, por los diferentes mares del globo, pero puede decirse que la oceanografía moderna data de la época de las expediciones del *Lightning, Porcupine* y *Challenger,* siendo la de éste último un viaje de circunnavegación.

A partir de esa época, las naciones que a continuación nombramos han dedicado a estudios oceanográficos los siguientes buques: Alemania: *Germania, Hansa, Gazelle, Elizabeth, Valdivia, National, Planet, Gauss, Poseidon*; Austria: *Pola;* Bélgica: *Bélgica,* el primer buque que invernó en los mares antárticos (expedición de Gerlache, años 1898/99); Dinamarca: *Ingolf;* Estados Unidos: *Gettysbourg, Essex, Wasuchet, Blake, Albatross, Tuscarora, Entreprise;* Francia: *Travailleur, Talisman;* Holanda: *Willem Barents, Siboga;* Inglaterra: *Lightning, Porcupine, Challenger, Investigator, Discovery, Scotia;* Italia: *Washington, Vettor Pisani, Stella Polare;* Mónaco: *Hirondelle, Princesse Alice, Princesse Alice II, Hirondelle II;* Noruega: *Vöringen, Fram, Gjoa;* Rusia: *Vitiaz;* Suecia: *Vega, Antartic.*

Pero la mayoría de las expediciones realizadas por los buques antes citados, han tenido lugar aisladamente, y de un modo independiente. Además se hacían en forma de cruceros, y en general, en épocas propicias.

Bien pronto se vió la conveniencia que habría en que las expediciones marítimas se realizacen de un modo periódico, y que todas tuvieran un plan común de trabajos.

En este sentido fué presentada al Congreso de naturalistas reunido en Copenhague, en el año 1892, una moción, por los señores Pettersson y Ekman, habiéndose llevado a cabo después de ella, cruceros por el mar del Norte, simultáneamente por Alemania, Dinamarca, Inglaterra, Suecia y Noruega.

El VI° Congreso internacional de geografia, que se reunió en Lon-

dres en el año 1895, en vista de los resultados obtenidos por los cruceros antes mencionados, hizo votos para que fueran continuados.

A iniciativa de los mismos señores Pettersson y Ekman, fué convocada por el gobierno sueco la conferencia de Estocolmo, en el año 1899; una segunda conferencia se celebró, a invitación del gobierno noruego, en Cristiania, en el año 1901, habiéndose establecido el plan general para estudios en el mar del Norte. A esta conferencia se adhirieron los gobiernos de: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Holanda, Inglaterra, Noruega, Rusia y Suecia; se estableció una oficina internacional permanente, con asiento en Copenhague, y un laboratorio central instalado en Cristiania.

El primero se encarga de redactar planes de trabajo, y el segundo del contralor de los instrumentos que se emplean.

Además de esta comisión, que tiene un carácter internacional, pero un campo de acción relativamente reducido, todas las naciones europeas y los Estados Unidos han instalado, en los puntos más adecuados de sus costas, estaciones biológicas, con objeto de hacer estudios de la fauna marítima litoral, y poder de ese modo reglamentar, bajo bases científicas, a la pesca en sus aguas.

Estas estaciones dedican su mayor actividad al estudio de las especies más útiles y explotables, su género de vida, migraciones, etc., de modo que los pescadores pueden dedicarse a la pesca con seguridades de éxito.

No entraremos a describir las diversas estaciones biológicas a que nos referimos, pues sería largo e inútil, dado el carácter de nuestro trabajo, pero dedicaremos algunas líneas a la obra realizada por S. A. S. el Príncipe Alberto de Mónaco, y el Instituto oceanográfico de este país, por considerarlo más interesante para nuestro caso.

El príncipe de Mónaco, que ha realizado tan notables campañas oceanográficas, y que son conocidas por todo el mundo, fundó el Museo oceanográfico, edificado sobre las rocas de Mónaco, en una posición admirable, dominando el Mediterráneo. Su construcción es digna de admiración, tanto por el lujo de ella como por la riqueza de las colecciones que encierra, obra de muchos años de trabajos de su fundador y de sus colaboradores, sus laboratorios, aquarium, etc., lo que hace que este instituto sea único en su género.

Además de él, el príncipe ha fundado el Instituto oceanográfico de París, en el cual se hacen estudios biológicos, se dictan cursos de oceanografía, se dan conferencias, etc. Este instituto ha sido reconocido de utilidad pública, y tiene su funcionamiento independiente, estan-

do administrado por un Consejo de administración, y la dirección científica a cargo de un Comité de perfeccionamiento internacional, teniendo éste como dependencias el Instituto de París y el Museo oceanográfico de Mónaco.

Entre otros de los importantes trabajos que se deben al príncipe de Mónaco, citaremos la Carta general de los océanos.

Durante las campañas realizadas por los buques que anteriormente hemos citado, así como durante los trabajos de la colocación de cables telegráficos submarinos, se han realizado una gran cantidad de sondajes por los diversos mares de la tierra.

Esos trabajos se habían condensado en algunas cartas batimétricas, entre las cuales citaremos, como siendo de las más importantes, la publicada por la oficina de la marina imperial alemana, en el año 1893; la de Murray, ejecutada después del viaje del *Challenger*, etc.

Pero todas esas cartas eran dibujadas, en general, en escala muy reducida, de modo que, si bien eran útiles para las necesidades generales de la navegación — para cuyo fin casi todas las naciones tienen cartas de sus costas, en escala y con detalles convenientes — no lo eran para las necesidades de la ciencia pura, pues muchos relieves, aunque importantes, pasaban desapercibidos por lo reducido de su superficie proyectada. Por esta razón fué que tanto el Congreso internacional de geografía, reunido en Berlín en el año 1899, como las conferencias oceanográficas internacionales de Estocolmo, del año 1899, y de Cristiania, del año 1901, manifestaron la necesidad de llevar a cabo la publicación de una carta general batimétrica de los mares.

También se discutió el punto de la unificación de la terminología de la topografía submarina.

Con ese fin el congreso de Berlín había nombrado una comisión especial, la que se reunió, el 15 y 16 de abril de 1905, en Wiesbaden (Alemania), bajo la presidencia del príncipe Alberto de Mónaco, siendo los demás miembros los profesores Krümmel, de Kiel; Supan y Thoulet, de Nancy; Mill, de Edimburgo, y Pettersson, de Estocolmo. Actuó como secretario de la comisión el señor Sauerwein. Fué en el seno de ella que Thoulet presentó un proyecto de una carta general de los mares, siendo aprobada por unanimidad por la comisión.

Pero hubiera sido difícil llevar a cabo la magna obra ideada por Thoulet, debido al elevado costo que su ejecución exigiría, a no ser por la generosidad del príncipe Alberto, quien se ofreció a costear los

gastos que esa publicación ocasionara, encargando al secretario de la comisión para dirigirla.

De este modo Thoulet pudo presentar al Congreso internacional de geografía de Washington, del año 1904, la moción definitiva de la carta.

Esta carta se halla dibujada en escala de 1/10.000.000, en 24 hojas de 1.00 por 1.59 metros cada una; el meridiano de origen es el de Greenwich; las profundidades están indicadas en metros, estando las curvas isobates trazadas a 200, 500, 1000, 2000, etc., metros, y coloreadas de azul, de igual intensidad las superficies isobates, aumentando la intensidad del color a medida que aumenta la profundidad del mar.

Después de esta breve reseña de trabajos realizados en el extranjero, pasaremos a describir ligeramente los realizados en la República.

En los años 1899 y 1900 la marina de guerra puso a disposición del ministerio de Agricultura al aviso *Azopardo,* para la realización de una campaña de estudios de pesca marítima, la que se desarrolló durante los meses favorables del año.

La extensión examinada comprendió especialmente el golfo de San Matías, y también el rincón de Bahía Blanca, hasta la desembocadura del río Negro.

Los estudios oceanográficos, en su relación con la pesca, estuvieron a cargo del doctor Fernando Lahille, y de un grupo de ayudantes naturalistas; la oficialidad del barco cooperó en la parte náutica y de oceanografía pura, y una tripulación de pescadores contratados en el extranjero realizó algunos ensayos de pesca de playa y de mar.

Los elementos de que se dispuso en esa campaña, especialmente el instrumental oceanográfico, fueron muy pobres, pero la buena voluntad y el entusiasmo del personal directivo y subalterno contribuyeron mucho a obtener buenos resultados.

Con las dragas de fondo, redes, espineles, etc., se obtuvieron valiosas colecciones biológicas y litológicas, las que fueron completadas con las obtenidas en numerosas excursiones costaneras, llevadas a cabo tanto en los puertos como en todas las playas en las cuales se pudo desembarcar.

Durante la campaña, el *Azopardo* tuvo como centros de aprovisionamientos a Bahía Blanca o el Carmen de Patagones, pero el centro de sus trabajos fué el puerto de San Antonio, en el golfo de San Matías.

El doctor Lahille ha publicado folletos, informes, y dado conferencias, en las que consigna el resultado de sus trabajos, y las colecciones y muestras obtenidas se conservan en el Museo de historia natural y en el ministerio de Agricultura.

Desde esa fecha, hasta el año 1913, no se renovaron campañas de esa índole, con buque alguno destinado especialmente a estudios oceanográficos.

En ese año fué creada la Comisión hidrográfica del litoral marítimo, por el ministerio de Marina, con el propósito de seguir el levantamiento de las costas atlánticas en vasta escala.

Fué nombrado jefe de dicha comisión el capitán de fragata Segundo R. Storni, quien, como alférez, había formado parte de la campaña del *Azopardo,* en el año 1899.

La nueva Comisión resolvió reanudar los estudios oceanográficos, como complemento del levantamiento hidrográfico, para lo cual se tuvo el más decidido apoyo de los señores ministros de Marina, Agricultura y Obras públicas, así como también del Museo nacional de historia natural.

En los viajes periódicos del crucero *Patria,* buque de la Comisión, tomaron parte naturalistas de la Sección zoología aplicada del ministerio de Agricultura, y del Museo de historia natural, entre ellos los señores Marelli, Doello-Jurado, Holmberg, Stalleng y otros.

Las operaciones del *Patria* eran completadas, en la zona cercana de la costa, por las que efectuara el aviso *Gaviota,* el que ha reunido una colección de importancia de fondos marinos.

El *Patria* cuenta, entre sus elementos, con una sonda Lucas, para grandes profundidades, habiéndose, además, hecho en él instalaciones especiales para los estudios a que se le había destinado, como mesa de examen, plataformas, cámara obscura, etc.

En cuanto al material de pesca, dragas de fondo, redes de varias clases, etc., fueron fabricadas en el país, y también facilitadas por las sociedades de pesca.

Las colecciones obtenidas se conservan en el Museo de historia natural y en la Sección zoología aplicada del ministerio de Agricultura.

Posteriormente el geólogo del Museo de La Plata, señor Kantor, hizo un viaje y la colección de fondos marinos que obtuvo fueron enviados a ese museo para su estudio.

El señor ministro de Marina, a requisición de la Comisión hidrográfica, había ya ordenado la adquisición de un instrumental oceanográfico importante, que comprendía: una máquina eléctrica de sondar

tipo Jules Leblanc; doce termómetros especiales para temperatura de superficie; doce termómetros para temperaturas de profundidad; doce botellas para recoger muestras de agua; dos fotometrógrafos y dos areómetros de precisión. A pesar de ser este material un mínimum para la realización de estudios de cierta importancia, quedó eliminada su adquisición en la reducción de fondos, impuesta al presupuesto por la crisis actual, y ante otras necesidades más apremiantes; pero se tiene el propósito de adquirirlo en cuanto la situación financiera del país lo permita.

Algunos resultados obtenidos y el resumen de los trabajos, se publicarán en la memoria de la Comisión hidrográfica, correspondiente al año 1914, que aparecerá en el anuario de la división de hidrografía del ministerio de Marina.

También el ministerio de Obras públicas ha realizado importantes estudios, aunque ellos se han hecho en la proximidad de las costas, como base para estudio de puertos. Entre los estudios citaremos los ejecutados por la comisión de puertos del Atlántico, y que comprende: estudios de régimen de los vientos y mares, relevantamientos topo gráficos, altimétricos e hidrográficos para los puertos de Mar del Plata, Quequén, San Antonio, Comodoro Rivadavia, Deseado y Santa Cruz, efectuando en éste último, el levantamiento del río, hasta el caserío denominado « El Paso », distante a 70 kilómetros del pueblo de Santa Cruz.

Además se han publicado cartas, para uso de los navegantes, de los puertos de Comodoro Rivadavía y San Antonio.

Como la organización de los estudios oceanográficos es sumamente compleja, debiendo intervenir en ella múltiples ramas de la administración nacional (ministerios de Marina, Obras públicas, Agricultura, etc.) creemos que lo más conveniente para poderlos llevar a cabo con la intensidad y el interés que la importancia de esos estudios reclama, es la creación por medio de una ley especial, de una «Comisión oceanográfica argentina», la que estaría compuesta por representantes de esos ministerios, museos, etc. Lo importante es que esa comisión sea nombrada con un criterio amplio, y que sus miembros gocen de una estabilidad tal que les permita desenvolver en forma los planes de estudios que crean necesarios, a fin de no verse obligados, por cambios políticos en el gobierno, a abandonar sus cargos sin haber podido prestar al país el concurso que de ellos se había solicitado; por ello lo mejor sería asimilar los miembros de la Comisión a catedráticos de

la Universidad. Tampoco sería conveniente que la comisión fuera muy numerosa, acaso cinco o seis miembros y un secretario sería un número conveniente.

La comisión tendría asiento en Buenos Aires, y se dedicaría en primer lugar, a recopilar todos los estudios y trabajos que se han ejecutado en nuestro país, por las diferentes reparticiones públicas, sociedades científicas, empresas particulares, etc., hacer un plan general de estudios del mar por seguirse, de acuerdo al de la comisión de Estocolmo, en todas sus ramas : hidrografía, relevamiento y balizamiento de nuestras costas, estudios de la riqueza ictiológica de nuestras aguas, reglamentación y leyes de pesca, implantación de colonias pesqueras, población del litoral marítimo argentino, etc.

Estos serán los primeros trabajos por realizarse, y que son de trascendente importancia para nuestro desarrollo económico.

Para ello se impone la fundación de un Instituto oceanográfico, el cual hemos proyectado en Mar del Plata, y cuya descripción haremos en seguida.

El Instituto sería el centro principal de estudios, teniendo sus grandes laboratorios, museos, aquarium, etc., convergiendo a él todos los trabajos que haga la Nación.

También crearía la comisión, a medida que las circunstancias lo exigieren, pequeñas estaciones en diferentes puntos de la costa, siendo también de marcado interés la construcción de un aquarium en esta capital, al que se le podría agregar una sala de conferencias y también las oficinas de la Comisión oceanográfica.

De este modo podríamos realizar entre nosotros la admirable idea de S. A. S. el príncipe Alberto, de fundar el Museo de Mónaco y el Instituto de París, para poder dedicarnos de un modo intenso a los estudios del mar, tanto bajo la fase científica como industrial.

Además de realizar estudios en las costas y escalón continental, se harían expediciones por el Atlántico y mares del sur, a fin de contribuír de un modo digno al perfeccionamiento de la carta general de los océanos, publicada por el príncipe Alberto, en la cual se ve que la cuenca argentina tiene extensiones considerables que no han sido estudiadas.

Para ello es indispensable disponer, además de los buques de las estaciones marítimas y de los que hagan estudios costaneros, para los cuales el ministerio de Marina puede prestar una valiosísima ayuda, poniendo a disposición de estos estudios algunas udidades pequeñas y anticuadas, de un buque laboratorio para grandes campañas.

Evidentemente la labor de la comisión sería grande, sobre todo en los principios, pues la tarea de organizar un mecanismo tan complicado como el que nos ocupa, es sumamente engorrosa, pero no se trata de cometer en esta ocasión nuestro clásico error, el de improvisar, y querer ver terminadas en poco tiempo las cosas más grandes; hay que proceder lenta y metódicamente a su realización. Ella sería, además, costosa, pero los beneficios materiales que el estudio de la riqueza de nuestras aguas rindieren al país, habrían pagado con creces los gastos que el cumplimiento de la ley reclamaren, compensación que sería aumentada si se consideran los beneficios morales, consecuencia de de tener instalado en la república un Instituto oceanográfico de importancia, y de contribuír con un caudal no despreciable al conocimiento de los mares de la tierra.

Contribuíremos de ese modo a realizar el ideal que todo hombre y todo pueblo debe tener: el engrandecimiento de su patria y el progreso de la humanidad.

El Instituto oceanográfico argentino, dado su carácter de centro de estudios, debe de estar ubicado en uno de los puntos del litoral marítimo más frecuentado, teniendo al mismo tiempo comunicaciones fáciles con la Capital, sede de la Comisión oceanográfica. Esto hará que su museo sea muy visitado, al mismo tiempo que se puedan dar en aquél conferencias científicas o de divulgación.

También tiene importancia la naturaleza de los fondos marinos, y la posibilidad de que sus estudios, los que deberán iniciarse en los mares más próximos al Instituto, sean inmediatamente utilizados por los pescadores, por lo que será conveniente ubicarlo en donde existan algunas colonias pesqueras de cierta importancia.

El punto de nuestro litoral marítimo que reune esas condiciones, reuniendo además muchas otras no despreciables, es sin disputa alguna, Mar del Plata, y de esta localidad la playa sur, conocida vulgarmente con el nombre de playa de los Ingleses. Esta playa tiene la ventaja de que, a pesar de encontrarse bastante próxima al núcleo principal de población de Mar del Plata, está suficientemente lejos del bullicio de la vida de los veraneantes, para que éste no moleste a los investigadores; además, como la estación de baños coincide con la buena época para cruceros de estudio, éstos se realizarán con mayor intensidad, durante el verano, en el buque laboratorio, quedando los trabajos de gabinete para realizarse durante el invierno, como así mismo las exploraciones costaneras.

Sobre la explanada sur, y la altura aproximada del eje transversal de la playa, hemos proyectado una plaza circular de 100 metros de diámetro—plaza del Instituto — de la cual descienden hacia la playa, una gran escalera y dos rampas para vehículos (lám. I).

Sobre la playa, la que habrá que levantar y defender convenientemente, a más o menos 7,00 metros sobre el cero, en la parte en donde se levante el Instituto y sus alrededores, se alza éste, terminándose el conjunto de las obras con una terraza y *jettée,* sobre el mar; ésta última termina con una plataforma circular.

El resto de la playa será protegido por un muro de piedra, formando una terraza, la que hará que poco a poco la playa pueda ser rellenada y convertirse en bosques y jardínes, lo mismo que las barrancas de la playa, a fin de dar un bello marco al edificio.

La planta del Instituto tiene la forma de doble T, estando destinada la sección mayor de las ramas transversales, y que da al mar, — fachada principal — a los museos, aquarium y sala de conferencias, ésto es al público; la rama transversal más pequeña está destinada a las habitaciones del director, naturalistas, ayudantes, y demás personal del Instituto; la parte longitudinal del edificio está destinado a los laboratorios, biblioteca, etc. De éste modo hemos separado lo más posible las secciones públicas, de habitación y de trabajo, conservando, sin embargo, una unión indispensable entre ellas.

La entrada principal da hacia el mar, y da acceso a un amplio hall — lámina III y IV — en el cual se desarrolla una gran escalera de cuatro ramas; entre las ramas del arranque se halla una artística fuente, siendo éste el principal motivo de decoración del gran hall. A los dos lados de éste, y tanto en el piso bajo como en el primer piso, alto, se encuentra los museos.

Por el descanso de la escalera se entra al anfiteatro de conferencias, el que comunica con una amplia sala destinada a depósito de material para las conferencias, y que a su vez comunica con la escalera que conduce a los aquariums, laboratorios, biblioteca, etc.

Detras de la escalera principal se encuentra la entrada al aquarium, el que ocupa toda la parte del subsuelo del cuerpo de los museos. Es conveniente que los aquariums estén instalados en los subsuelos, para evitar que los cambios de temperatura perjudiquen a las condiciones de vida de las aguas de las piscinas; con este fin hemos proyectado los muros de doble pared.

Las piscinas del aquarium se hallan en una galería perimetral, utilizada para el servicio de las mismas; aquéllas tienen la cara de cristal

hacia la galería central, por la cual circula el público, y la luz que llega a ella se infiltra al través de las piscinas, siendo éste el mejor modo para que ellas queden perfectamente iluminadas, al mismo tiempo que los peces no perciban la presencia del público, y permanezcan con toda naturalidad a su vista.

No entraremos a describir los sistemas de aereación, cambio de agua, construcción, etc., de las piscinas, pues son detalles que no entran en la descripción somera del Instituto que hemos proyectado.

A ambos lados del cuerpo longitudinal del edificio hay dos entradas, una de ellas da acceso a la sala de máquinas — lámina II — y a la dependencias de servicio del Instituto, y la otra da acceso a la sala de disecciones, la que se encuentra al nivel del terreno. En ella se podrán disecar los animales que, por su tamaño, sea incómodo subir hasta los laboratorios, con los cuales está comunicada por un montacargas.

De ella se baja á un aquarium de experimentación, y de éste se pasa a una sala en la cual se encuentra una pileta de selección, para escoger los peces que han de pasarse a las piscinas; esta sala comunica directamente con la galería de servicio del aquarium.

Bajo el pronaos de la entrada principal, en el subsuelo, se encuentran los tanques de decantación y el de bombeo; como el agua del mar, al extraerse de las proximidades de la costa arenosa, lleva en suspensión abundantes partículas de esta roca, se hará llegar a un primer tanque de decantación, del cual pasará a un segundo, y de éste por decantación también, al tanque de bombeo, del cual se elevará el agua a los tanques ubicados en la parte superior del edificio, de los cuales el agua se distribuirá a las piscinas, laboratorios, baños, etc.; como hay doble juego de tanques de decantación, se pueden limpiar éstos sin interrumpir el servicio de aguas; también tendrá el edificio servicio de agua dulce.

La entrada del lado de la explanada da acceso a las habitaciones del director, comedor, hall y dos departamentos para los investigadores que trabajen en el Instituto, compuestos de un dormitorio y un escritorio cada uno, teniendo una sala de baños común, en la planta baja. En el primer piso alto se distribuyen cuatro departamentos análogos a estos últimos y cuatro dormitorios y una sala de baños para los ayudantes.

En el mismo piso, y en el cuerpo longitudinal del edificio — lámina IV — se encuentran distribuídos el gran laboratorio del director, el escritorio de la dirección, el archivo, la secretaría, la biblioteca, gabi-

nete de fotografía y un toilette. La biblioteca, que comunica con los museos por la secretaría, será pública; en ella, además de los libros, se podrán consultar los documentos relativos a los estudios que realiza el Instituto, cartas marinas, etc.

En el segundo piso alto y último del edificio — lámina V — se encuentran los grandes laboratorios y la sala de dibujo de cartas marinas. Estos locales tendrán iluminación lateral y cenital, que es la mejor para gabinetes de trabajo.

Un ascensor y un montacargas comunican entre sí todos los pisos del edificio.

En las láminas VI, VIII y IX hemos dibujado las fachadas hacia el mar, lateral y hacia la explanada, y en la lámina VII hemos dibujado algunas secciones transversales.

Tal es, a grandes rasgos, la descripción del Instituto Oceanográfico Argentino, el que hemos proyectado como complemento y dependencia de la Comisión oceanográfica argentina, la que creemos debe crearse a la brevedad posible.

Antes de terminar estas líneas sobre los estudios oceanográficos en nuestro país, y la descripción del Instituto de Mar del Plata, vamos a levantar una objeción que se nos va a hacer y que se nos ha hecho en otra oportunidad. Ella es que el costo del Instituto será sumamente elevado con respecto a las posibilidades de utilizar de inmediato sus trabajos.

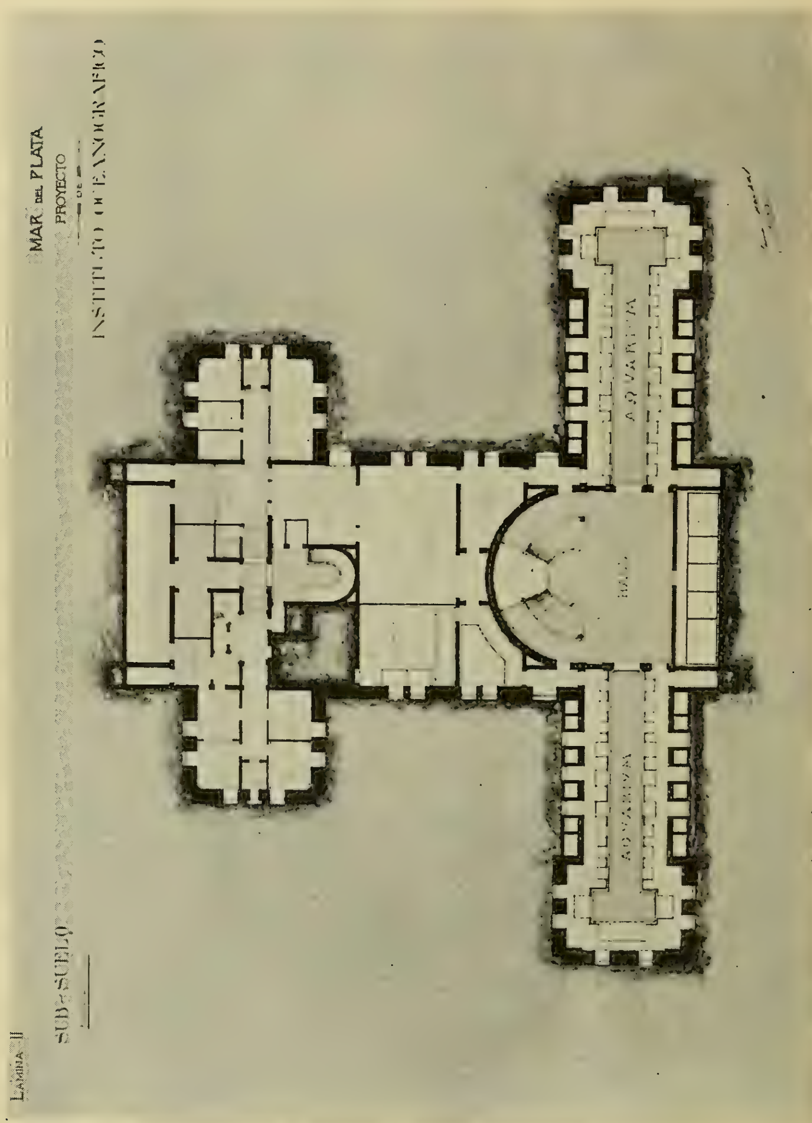
La crítica es muy justa aparentemente; pero no creemos que se debe hacer el edificio completo desde un principio, sino que se debe ir construyendo por secciones, a medida que las necesidades de las investigaciones a que se destina lo exijan; en un plazo de cinco o seis años se puede terminar, esto sin grandes sacrificios para el estado.

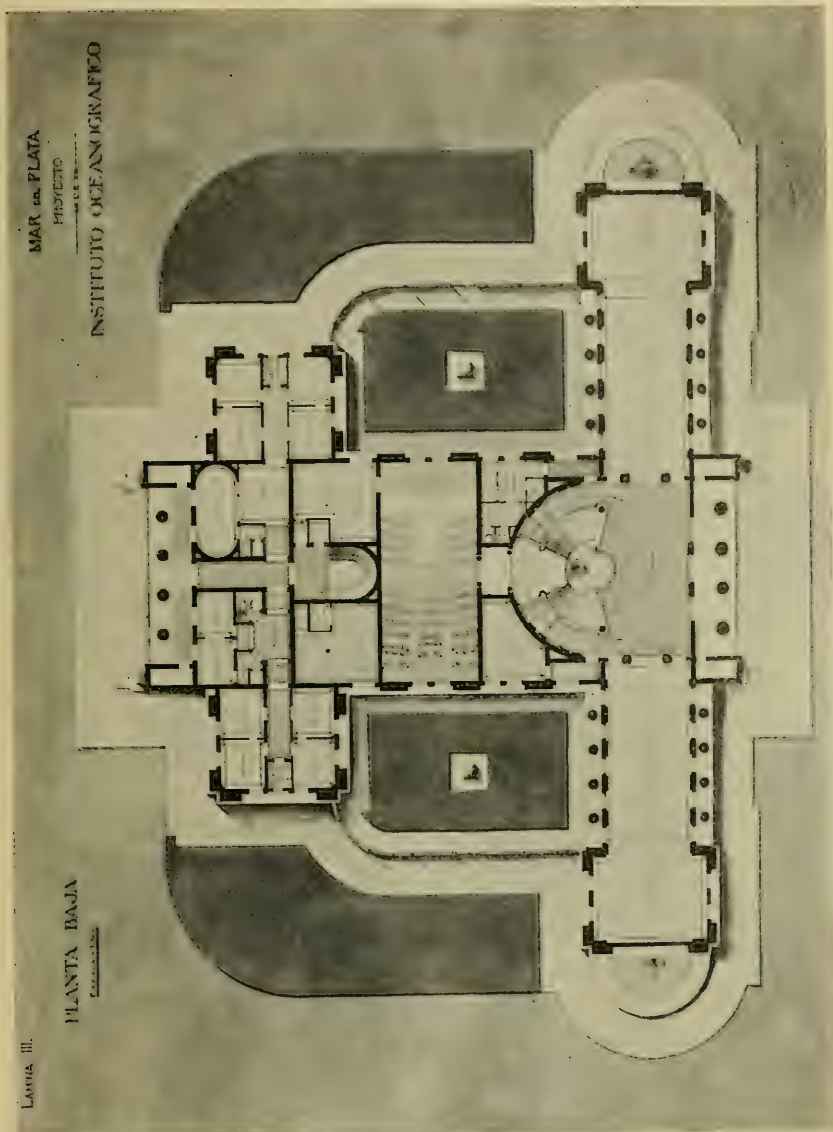
Lo que es necesario es tener un plan general de edificación, y no hacer un edificio pequeño, el que al cabo de un cierto tiempo resulta un conglomerado de anexos y ampliaciones, de pésima distribución, y de arquitectura poco digna de llevar ese nombre.

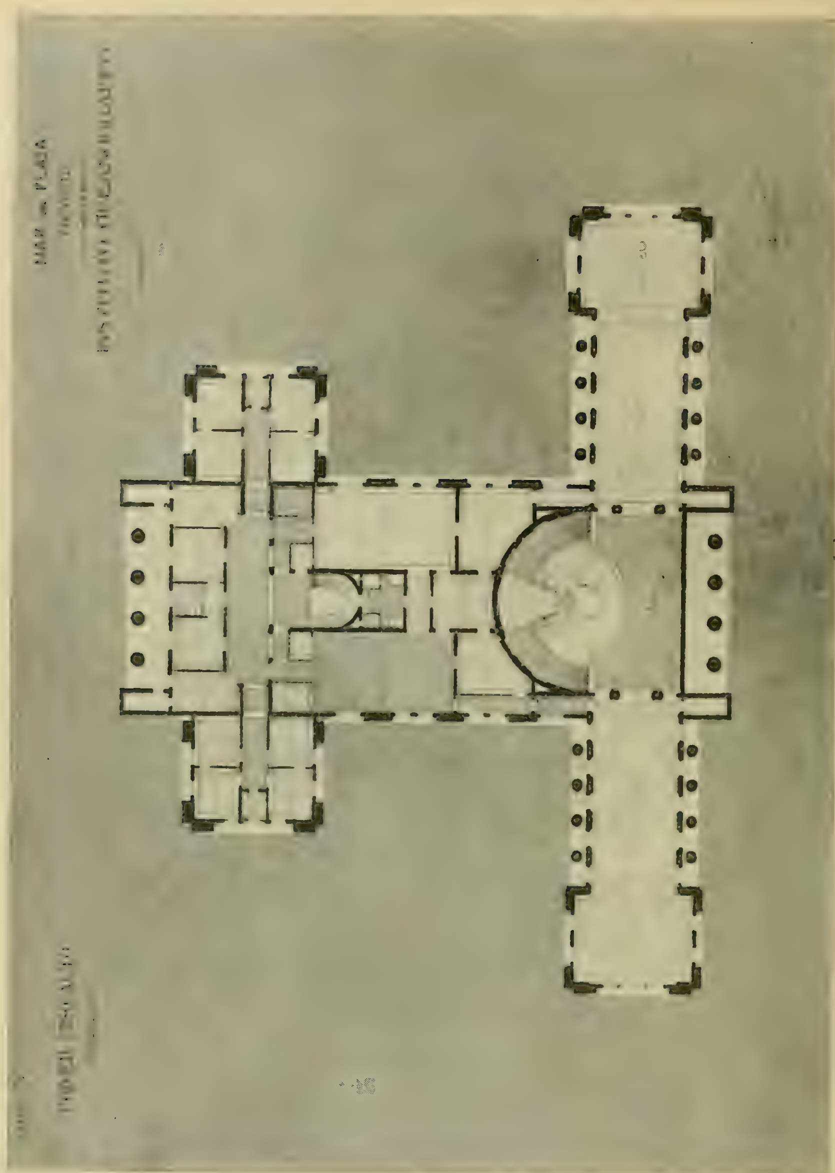
Buenos Aires, noviembre de 1915.

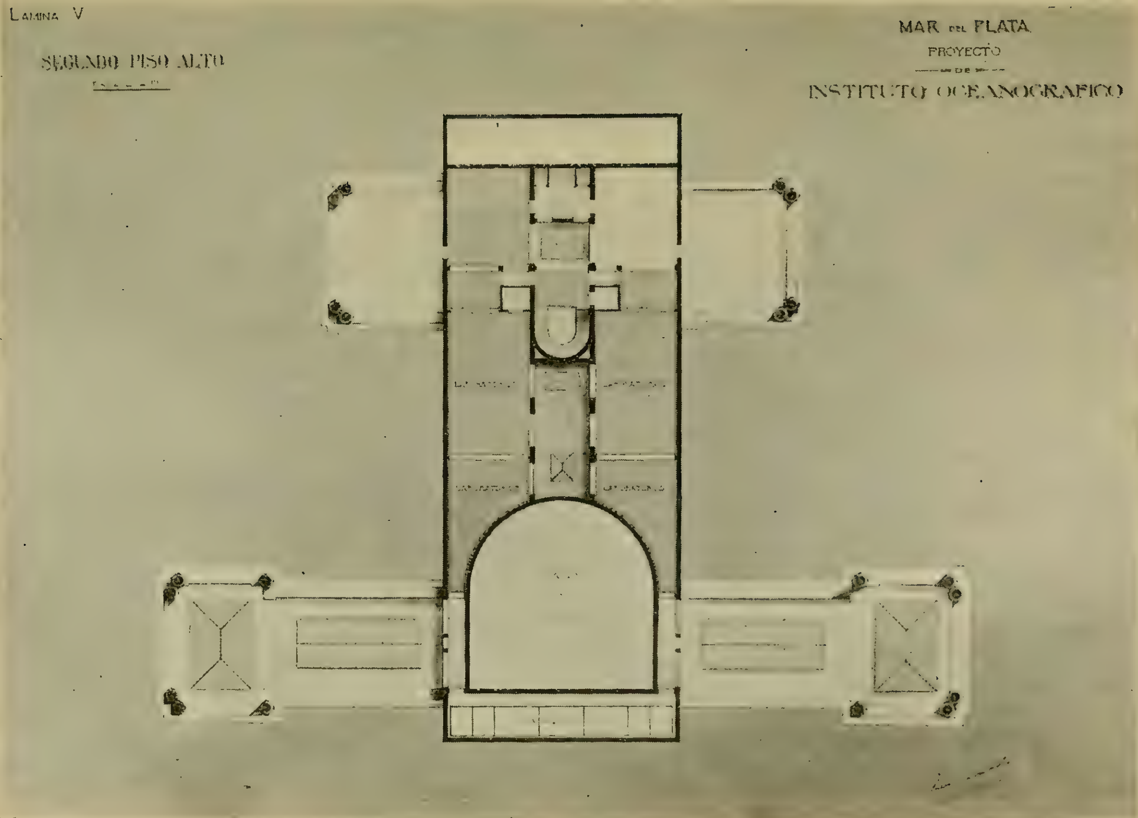
ENRIQUE MARCÓ DEL PONT. — RAÚL G. PASMAN.


MAR del PLATA
INSTITUTO OCEANOGRAFICO
PLANO de UBICACION
OCEANO ATLANTICO


Lámina II
SUB-SUELO
MAR DEL PLATA
PROYECTO
DE
INSTITUTO OCEANOGRAFICO
AQUARIUM
HALL
AQUARIUM


PROYECTO
INSTITUTO OCEANOGRAFICO
PLANTA BAJA
Lamina III.




LAMINA V
SEGUNDO PISO ALTO
MAR DEL PLATA
PROYECTO
DE
INSTITUTO OCEANOGRAFICO


INSTITUTO OCEANOGRAFICO
DE
MAR DEL PLATA
FACHADA AL MAR



Lamina VII

MAR DEL PLATA

PROYECTO DE

INSTITUTO OCEANOGRAFICO

SECCIONES TRANSVERSALES



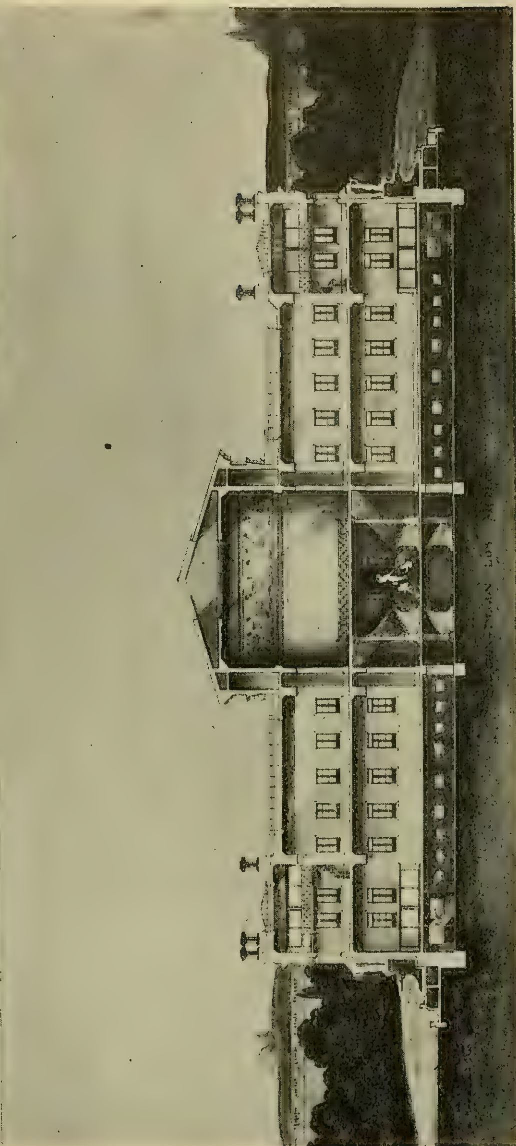
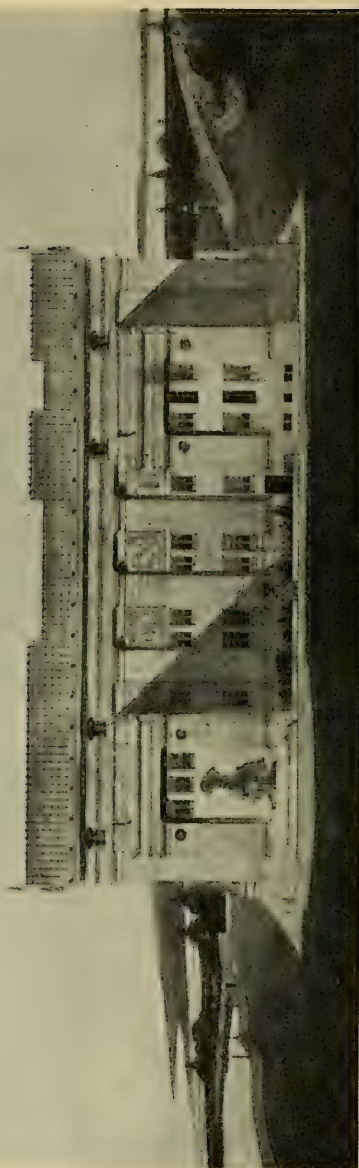


Lámina VII

MAR DEL PLATA

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO




IX
PLATA
PROYECTO
INSTITUTO OCEANOGRAFICO

ERNST MACH

En la época trastornada en la cual vivimos ahora, cuando todos los días en el universo entero cada uno espera con impaciencia febril los diarios para enterarse con un interés cada vez mayor de las peripecias de la lucha gigantesca y sangrienta, única en los anales de la historia, que ocasiona la pérdida de millones de vidas, el telégrafo nos dió a conocer el fallecimiento casi desatendido por la mayor parte de los lectores, de un hombre de estudio que desaparece a una edad ya muy avanzada y fué un gran sabio, dejándonos sobre todo el recuerdo de un filósofo, cuyas doctrinas han contribuído a revolucionar el concepto de la actividad científica, dando a los principios del pragmatismo una orientación nueva. Me parece imposible señalar la desaparición de esta inteligencia sin dedicar a su obra un homenaje bien merecido y, especialmente, sin recordar la influencia indiscutible que tuvo sobre la filosofía científica contemporánea.

Nacido en la ciudad de Turas, provincia de Moravia (Austria), el 18 de febrero de 1838, Ernst Mach hizo sus primeros estudios en Viena, y, a los 23 años, ya había conquistado un puesto de *privat dozend* en la universidad de aquella capital. Nombrado profesor de física en Gratz en 1864, quedó allí hasta el año 1867 y pasó a la universidad de Praga. Ya tenía publicada desde 1866 en los *Anales de la Academia de Viena* su primera memoria sobre *Einleitung in die Helmholtzche Musik teorie* (Introducción a la teoría de la música de Helmholtz). En 1872 apareció otra memoria sobre *la historia y el origen del principio de la conservación de la fuerza,* inspirada sin duda por la de Helmholtz publicada en Berlín en el año 1847, pues volvemos a encontrar en ella la misma confusión entre la fuerza y la energía. El

año siguiente, publicó un libro sobre *Optischakust. Versuch* (Experiencias de óptica y acústica).

Recién en 1883 salió otra obra más notable : *die Mechanik im ihrer Entwickelung* (Exposición histórica y crítica del desarrollo de la mecánica) que hizo conocer al autor en todos los círculos científicos y le conquistó una fama universal.

Otras memorias, como su *Analyse der Empfindungen* (Análisis de las sensaciones) que se publicó en 1885, fueron anteriores a la obra magna del gran físico, destinada a hacer inolvidable su nombre en la evolución contemporánea de la filosofía científica : *Erkenntnis und Irrtum* (el conocimiento y el error), cuya primera edición alemana es de 1905, habiendo sido traducida después a todos los idiomas.

Ernst Mach terminó su carrera como profesor en la universidad de Viena ; ya hacía muchos años que formaba parte de la Academia imperial de ciencias de aquella capital.

La biografía que antecede es la del verdadero sabio que, en una existencia retirada y dedicada exclusivamente al estudio, halla la felicidad y la razón de vivir, dividiendo el tiempo entre la producción de obras de gran valía y la enseñanza universitaria.

La obra de este hombre digno de respeto y admiración me propongo analizarla en breves palabras, especialmente del punto de vista de sus obras trascendentales, su *mecánica* y su tratado del *conocimiento y del error*.

Para comprender todo el alcance de aquella obra y la influencia que ejerció sobre la filosofía científica contemporánea, me parece conveniente recordar primero la del genio de Poincaré sobre la definición de la naturaleza de las teorías físicas, pues existe allí un encadenamiento en la evolución del pragmatismo científico, cuyo iniciador fué el gran geómetra francés, en una forma moderada y casi involuntaria, mientras Mach no vaciló en convertirse en el campeón consciente y convencido de la nueva tendencia.

I

LA FILOSOFÍA DE POINCARÉ EN CUANTO A LA NATURALEZA DE LAS TEORÍAS FÍSICAS

Sabemos que el ilustre matemático fué *ecléctico* con respecto a los métodos de investigación ; testigo imparcial de las luchas épicas

que señalaron los últimos años del siglo XIX, entre los *mecanistas* y los defensores irreconciliables del *energetismo*, no se resolvió nunca en pro o en contra de la posibilidad de una física mecanista, ni a favor de un modo cualquiera de comprenderla, como sería la física de las acciones a distancia o de contacto, o una física mecanista en la cual se considerase los principios de la mecánica clásica como aproximados, o sea relativos a un orden de magnitud de las variables, ya en el espacio, ya en el tiempo. Se limitaba a decir que es preciso elegir cada vez la hipótesis más cómoda sin preocuparse mayormente de que, de un problema a otro, las hipótesis cambian y a veces resultan contradictorias; por último no vacilaba en afirmar que, con el objeto de suministrar una interpretación mecánica de los fenómenos, debemos limitarnos a probar la posibilidad de una cualquiera, pues con el afán de dar mayor precisión a la elección, no se podría conseguir nunca una explicación única con exclusión de las demás, por la sencilla razón de que, si una es posible, hay un número infinito de otras igualmente posibles (1).

Por otra parte, si consideramos el principio de la conservación de la energía, el de Carnot o el de la masa, y, por lo general, todos los principios de la física independientes de toda interpretación mecánica, podemos razonar partiendo de estos principios y buscar las consecuencias de los mismos acerca de los fenómenos físicos, quedando estos raciocinios independientes de las hipótesis mecanistas en lo que se refiere a aquéllos.

Según Poincaré estos principios, como los de la mecánica propia, no son necesidades analíticas o sintéticas *a priori*. Esto es evidente para el principio de la conservación de la energía, en el cual sin embargo habían creído observar algo como una necesidad del pensamiento. No son tampoco verdades debidas a la experiencia que sólo resultarían del trabajo que efectúa el espíritu cuando quiere interpretar sus percepciones. En efecto, aquí también existen varias interpretaciones posibles; el espíritu elige la más cómoda o sea la más simple, y, una vez elegida, la convierte en una convención. De este modo, según Poincaré, el principio de la conservación de la energía fué sugerido al espíritu por la experiencia, pero ya no puede ser puesto en

(1) Véase mis conferencias sobre *Poincaré (Anales de la sociedad científica,* tomo LXXIV, páginas 125 y siguientes) y sobre las *Teorías físicas y los límites del conocimiento científico (Anales de la sociedad científica,* tomo LXXVI, páginas 253, 259 y siguientes).

jaque por ella, pues siempre podremos, sin sacrificarlo, interpretar las experiencias que en apariencia resultarían en contradicción con él.

Ya aparece esta tesis de Poincaré análoga a la que ya defendió en cuanto a los principios de la mecánica clásica. Como para estos, las observaciones de las cuales el espíritu, mediante una elección casi libre, saca aquellos convenios fundamentales, resultan de orden físico o mecánico, o sea hechas sobre relaciones de la misma especie que las proclamadas en los mismos principios. Para pasar del hecho a la ley y para elegir un sistema de leyes más bien que otro, el espíritu del sabio ha de recurrir siempre a la consideración de la simplicidad mayor o menor con la cual podemos interpretar los hechos, pues ni la experiencia, ni una necesidad del mismo pensamiento, nos impide concluír en una forma diferente. Pero entonces ¿ cómo explicar que todos los sabios aceptan la misma conclusión ? Porque sería de veras muy extraordinario admitir que la posibilidad de reunir un conjunto de relaciones mediante un sistema de leyes más simple que cualquier otro se debe únicamente al azar. Como las observaciones hechas verifican en una forma suficiente ciertas relaciones simples, es mucho más probable que aquellas relaciones corresponden a la verdad científica.

Se ve que, para Poincaré, en las razones que deciden al espíritu a preferir un sistema de leyes a otro, interviene la noción de un orden establecido por nuestra mente entre probabilidades más o menos grandes. La adopción de un sistema de leyes supone luego la intervención de los principios generales del cálculo de probabilidades, y el resultado es igual hasta cuando consideramos la relación entre un hecho o un conjunto de hechos y una ley.

En efecto, en un conjunto de observaciones los números que traducen las experiencias no están conformes exactamente con la ley, de que se vale el sabio para unirlas. ¿ Por qué entonces y en cuál caso éste corrige los resultados experimentales ? ¿ por qué y en cuál caso admite la existencia de la ley ? La admite cuando aprecia que la diferencia entre el valor dado por la experimentación y el que exige la ley resulta menor que el límite de los errores de experiencia (1). El paso del hecho científico a la ley tiene, pues, por base la teoría de los errores ; dado el límite de éstos en nuestras experiencias, a veces es más probable admitir que el hecho no obedece exactamente a una ley simple, otras veces más probable considerar que el hecho está regido

(1) *Ciencia e hipótesis*, páginas 222, 224 y siguientes. Edición francesa, *Ibid*, páginas 169, 170, 171, 173, 228.

exactamente por la misma. Ahora bien, toda la teoría de los errores experimentales descansa sobre los principios del cálculo de probabilidades; resulta pues que, para comprender el valor de las leyes científicas y de los principios que las unen, hay que basarse en el valor de aquel cálculo.

Por otra parte, el paso del hecho a la ley supone la introducción de la interpolación; el sabio no puede conseguir nunca sino un número finito de resultados y los valores numéricos alcanzados son por consiguiente discontinuos los unos con respecto a los otros. Cuando los expresa mediante una ley, supone la existencia de una dependencia funcional entre la variación continua de una o varias cantidades y la de otra magnitud. Entonces representa esta dependencia por una curva continua que goza de las mismas propiedades fundamentales, lo que significa que entre los resultados numéricos apuntados interpola una serie de valores no suministrados por la experiencia y convierte la discontinuidad de los resultados en una fórmula continua. Ahora bien, ¿cómo explicaremos que el sabio pueda atribuír algún valor a tales interpolaciones? Dado un número finito de puntos en el espacio, podemos siempre unirlos, no por una sola curva, sino por una infinidad de curvas distintas, y hasta si se supone que aumenta el número de los puntos distintos tanto como se quiera, siempre es posible unirlos por un número infinito de curvas diferentes. Eso prueba que no existe un modo único de interpolar para pasar del hecho a la ley, sino una infinidad de procedimientos igualmente posibles. ¿Por qué entonces están de acuerdo los sabios para interpolar en una forma más bien que en otra? Solamente porque el físico, cuando le dan números que se pueden unir fácilmente por una curva simple, o sea por una función sencilla, admite que la intervención de otra curva más complicada es poco verosímil, no pudiendo el hecho de que esta representaría la verdadera ley resultar sino de un azar muy extraordinario por cierto.

Así reaparece la noción de azar y de probabilidad en el paso del hecho a la ley cuando se trata de interpolaciones, como ya apareció en la teoría de los errores experimentales. No podemos, pues, considerar las leyes de la naturaleza como impuestas por la experiencia o como necesidades ligadas con la constitución del entendimiento. Resultan de una selección efectuada por el espíritu guiado por el cálculo de probabilidades, y hay que buscar cual es el valor intrínseco de este cálculo. Pero cuando razonamos sobre la probabilidad en un caso concreto, nos encontramos con la necesidad de hacer convenciones e

hipótesis que son siempre más o menos arbitrarias, y el raciocinio de probabilidad saca en parte su valor de este convencionalismo, lo que significa que depende de él. En resumen volvemos a encontrar aquí otra vez la noción de convención e hipótesis, siempre encerrada en el procedimiento que sirve al sabio para construír el edificio de la ciencia.

Podemos, dentro de ciertos límites, considerar las ideas de Poincaré, con respecto a la naturaleza de las teorías físicas, como originadas por un *pragmatismo mitigado* (1), que interesa los principios más generales de la física y de la mecánica clásica, y también las varias interpretaciones mecanistas; pero no abarca las leyes experimentales más simples, ni los hechos científicos que sirven de unión a aquellas leyes debidas a la experiencia. Lo prueba su polémica ya célebre con Le Roy, discípulo del sabio, que, al exagerar la tendencia del maestro, casi llegaba al escepticismo científico, pues Poincaré tenía fe y confianza en la ciencia (2). Resulta que todo lo que está muy próximo a la experiencia propia no depende del pragmatismo, ni tampoco lo que se acerca más a la naturaleza del espíritu, o más bien a sus elementos más necesarios. El dominio propio del pragmatismo de Poincaré, en el cual las tesis científicas aparecen parcialmente convenciones de lenguaje más cómodas que otras, es una región intermedia entre los principios más generales y abstractos del análisis matemático y las relaciones más particulares definidas por las leyes experimentales, cuya extensión no es comparable con la del principio de energía o de los principios de la mecánica clásica.

Estos son los límites que Poincaré asigna a su tesis pragmatista; sin embargo, si tratamos de precisarla para discernir lo que, para él, es verdad experimental de lo que resulta convención del lenguaje más cómoda que cualquier otra, y comparamos sus distintas declaraciones al respecto en cuanto a las teorías particulares de la física, hemos de observar que el pensamiento del gran geómetra resulta más bien algo vacilante. Por ejemplo, en el *Valor de la ciencia,* si declara que las leyes experimentales no tienen nada que ver con el nominalismo (3), admite más adelante « que sólo las relaciones entre los hechos brutos, las percepciones anteriores al enunciado de las leyes científicas,

(1) Véase *Conferencias sobre Poincaré y sobre las teorías físicas y límites del conocimiento, loc. cit.*

(2) *Valor de la ciencia,* páginas 235 a 243. *Ciencia e hipótesis,* páginas 5 y 6.

(3) Página 248. Conforme *Ciencia e hipótesis,* página 166.

son independientes de toda convención » (1). Sea lo que fuera, para interpretar el método de la física matemática, Poincaré no hace intervenir en nada lo que podríamos llamar la *psicofisiología* utilitaria y la biología evolucionista.

Con este criterio, cuando estudia los principios de la geometría, considera la comodidad mayor o menor de ellos, no sólo del punto de vista de su simplicidad lógica, sino también de las ventajas prácticas que ofrece, comparada con las demás, la geometría euclídea de tres dimensiones, lo que equivale a decir que el ilustre sabio, interpreta la idea de comodidad en un sentido análogo al atribuído al *asociacionismo* utilitario. Cuando se trata de la física matemática, ya no se limita a hablar de comodidad, sino que se refiere también al rendimiento de ciertas teorías, pero hace intervenir únicamente consideraciones relativas a la simplicidad lógica y a las convenciones de lenguaje.

Al contrario, en la obra de Mach encontraremos una interpretación de las teorías y leyes físicas fundada en la psicofisiología utilitaria, la psicología asociacionista y la biología de Spencer. Por esto mismo podemos de cierto modo considerar su teoría filosófica como un complemento de la de Poincaré.

II

LA FILOSOFÍA DE MACH

Acabamos de señalar que Poincaré habla sobre todo de comodidad para ponderar el valor atribuído por él a las leyes científicas. Mach también habla de comodidad, pero prefiere valerse por lo general de la expresión *principio de economía.* Si, para él, los sabios eligen más bien una interpretación de los hechos que cualquier otra, si tratan de relacionarlos por leyes más o menos simples, si prefieren un sistema de leyes a otro, lo hacen bajo el impulso de consideraciones económicas; su objeto único es realizar una economía de pensamientos tan grande como se pueda, para obtener el máximo de rendimiento de un esfuerzo intelectual o de un conjunto de pensamientos.

Esta tesis sobre la naturaleza de la verdad científica y especialmente de la verdad física, Mach la desarrolló en sus dos obras principales: *La evolución de la mecánica* y *El conocimiento y el error.*

(1) *Valor de la ciencia,* página 247.

La primera representa una verdadera historia de la mecánica y de su desarrollo. Deduce de la evolución de esta ciencia la conclusión de que las modificaciones experimentadas por los principios de la mecánica desde el siglo XVII hasta el siglo XIX fueron determinadas por aquel principio de economía. Durante muchos años, los sabios encontraron la fórmula de éste en el espíritu divino o en la misma naturaleza, o sea en lo que más adelante se llamará *principio de menor acción.*

Pero la historia de las ciencias, con la ayuda de la psicología, nos enseña hoy que este principio no existe sino en el espíritu humano.

Tal es la quinta esencia del libro de Mach del punto de vista filosófico; fuera de esta tesis el valor duradero de esta obra hermosa se debe a la extensión y solidez de la erudición del autor, como a la riqueza e ingeniosidad de las consideraciones. Bastará citar el extracto siguiente de la introducción de Emilio Picard que encabeza la traducción francesa (1) para dar a mis lectores una idea de la forma notable que el profesor de la universidad de Viena supo dar a la exposición de los primeros desarrollos de la dinámica.

« Mach, dice Picard, nos enseña cómo Galileo llegó en una forma incidental a la ley de inercia y como fué llevado a la noción fundamental de que las circunstancias determinantes del movimiento originan las aceleraciones. Con Huyghens pasamos a las fuerzas variables y a la dinámica de los sistemas materiales. Es cierto que, para él, la noción de masa no presenta aun una precisión bien definida, pero con esto no deja de resolver el problema, entonces muy difícil, cuya solución es indudablemente su obra principal, o sea el del péndulo compuesto, y para ello se vale por la primera vez y tácitamente del teorema de las fuerzas vivas. Aunque considere con poco acierto la masa como la *cantidad de materia,* Newton el primero se da cuenta claramente que en cada punto material existe una constante característica del movimiento, distinta del peso, o sea la masa. La discusión de esta noción trascendental ocupa un lugar de preferencia en la crítica notable que hace Mach de las ideas de Newton. El método de exposición, que le ofrece la ventaja de prescindir del enunciado del principio de reacción, se va desarrollando en una forma muy coherente y sería perfectamente adecuado a la enseñanza. Toda la historia de la dinámica está tratada con la mayor maestría; numerosas citacio-

(1) *La mécanique, exposé historique et critique de son développement* par Ernst Mach, traduction d'Émile Bertrand avec introduction d'Emile Picard, Paris, Hermann 1904, página VI.

nes permiten al lector penetrar en el pensamiento de los inventores, y aparatos de demostración experimental, cuya descripción y grabados figuran en el texto, dejan la impresión bien nítida de que, desde un principio, la mecánica fué una ciencia física.»

En su obra sobre *El conocimiento y el error*, Mach no toma como punto de partida el estudio de una ciencia particular para llegar a vistas generales sobre la naturaleza de la ciencia, sino una teoría *psico-fisiológica* general acerca de la naturaleza del alma y relaciones de ésta con el cuerpo o los fenómenos físicos, y después aplica esta teoría al caso particular del conocimiento científico. En sus rasgos esenciales, esta teoría es sencillamente la del *asociacionismo inglés,* aunque no se confunda del todo ni con la de Hume y Stuart Mill, ni con la de Spencer. En efecto no se identifica con aquélla, pues Mach hace intervenir uniones hereditarias que, en el individuo, parecen innatas por el carácter instintivo que ofrecen.

Pero, por otra parte, Mach rechaza la tesis de Spencer, que admite un *desconocible,* suponiendo al contrario que, no sólo lo conocido, sino también *lo real,* se reduce a sensaciones, a las relaciones de éstas la una con la otra y a las razones entre éstas, de modo que la tesis defendida por el sabio de Viena se acerca menos a la de Spencer que no a la de Hume y Stuart Mill.

Observaremos, por otra parte, que el dogmatismo científico de Mach, análogo al de Mill, está en oposición con el escepticismo de Hume, y no admite, en contra de las ideas de Mill, la necesidad del *yo* para ligar las sensaciones las unas con las otras. En resumen, no se dió cuenta ni de la dificultad que Hume despejó de su teoría, ni de la con la cual tropezó Stuart Mill.

Podemos decir, pues, que en Mach aparece algo como una reacción debida a las ideas de Mill y Hume puestas en oposición con las de Spencer, y el resultado es una fusión de las dos teorías en una *psicología asociacionista,* biológica y pragmática, que no nos aparece tener su origen en ninguna de las dos filosofías inglesas, aunque sus varias afirmaciones se vuelvan a encontrar en la una o en la otra, resultando sus principios fundamentales todos sacados de la obra de aquellos filósofos.

Con estas bases, el conocimiento científico y la ciencia física son, para Mach, un simple fenómeno biológico. Por ser todos los fenómenos psicológicos de naturaleza biológica, el desarrollo de la inteligencia y el conocimiento también se reducen a fenómenos biológicos que se explican mediante las leyes generales de la psicología fisiológica y

de la biología. El desarrollo del conocimiento científico y el descubrimiento de las verdades físicas no tienen otro origen. Por esto mismo Mach se vale de un lenguaje biológico para explicar la naturaleza del progreso científico y especialmente del de la física. En efecto el carácter principal de la evolución biológica consiste en la adaptación cada vez más completa del organismo al ambiente, siendo ésta tan fisiológica como psicológica, de modo que la adaptación de la inteligencia al ambiente, que representa el progreso intelectual, no es a su vez sino una forma particular de aquella adaptación del organismo.

Mach se vale también del lenguaje biológico para traducir lo que llama adaptación de las ideas de una a otra: el progreso del conocimiento, y especialmente el progreso científico, consiste en una adaptación de las ideas a los hechos, como también en la adaptación mutua de las ideas. Esta tiende a eliminar las oposiciones que existen entre los términos y a transformarlos en sistemas cuyos elementos dependen los unos de los otros. En esta forma, la adaptación del organismo al ambiente y la de las ideas a los hechos, modalidad particular de la primera, elimina las oposiciones, las contradicciones que existen entre las ideas y los hechos, e introduce entre éstos una dependencia cada vez mayor. El término de adaptación, cuando se trata de las ideas, designa iguales relaciones, y esta adaptación mutua elimina las oposiciones internas, las contradicciones que se pueden manifestar en el sistema de nuestras ideas, originando al propio tiempo una dependencia cada vez más rigurosa entre ellas.

Lo que Mach llama en su lenguaje biológico la adaptación mutua de las ideas, o sea lo que clasifica entre las fórmulas generales de la biología y psicología biológica de Spencer, no es pues sino lo que llamamos comúnmente la cohesión cada vez más completa que el pensamiento infunde a las ideas.

Para él, las ciencias físicas tienen como base fundamental las aplicaciones prácticas, y el mismo desarrollo de aquéllas ha de quedar orientado en vista de éstas. Las leyes científicas, las de la física, nos aparecen de este modo orientadas de acuerdo con la utilidad práctica. Afirmamos su exactitud dentro de los límites en los cuales podemos verificarlas, pero no son sino aproximaciones siempre revisables, conforme con las ideas del físico Regnault; corresponden a una *expectación* del espíritu acerca de los fenómenos.

Observemos, por otra parte, que Mach usa expresiones que recuerdan las de Hume cuando este filósofo hablaba de la *causalidad* y de la ley científica: las leyes no expresan una tendencia de la naturaleza

independiente del fenómeno psicológico de la expectación, sino un fenómeno subjetivo, el de la misma expectación y algunas restricciones de ésta con respecto a los fenómenos.

« Nuestras leyes científicas, dice Mach, forman una serie de teoremas ya preparados para las aplicaciones y elegidos en una forma conveniente para este uso. Podemos considerar la ciencia como una *colección de herramientas* que nos permiten completar por el pensamiento hechos dados incompletamente o limitar tanto como se pueda nuestra expectación en casos que se presenten más adelante. Los hechos no tienen la obligación de conformarse con nuestros pensamientos, pero éstos y también nuestras expectaciones se orientan conforme a otras ideas, especialmente según los conceptos que nos formamos acerca de los hechos » (1).

En el mismo capítulo *Sentido y valor de las leyes científicas,* Mach desarrolla igual idea en una forma algo distinta. « Según nuestro concepto, dice, las leyes de la naturaleza no son sino un producto de la *necesidad psicológica* nuestra de no perder el camino en el estudio de la naturaleza, de no quedar con dificultades ante los fenómenos. Esto está evidenciado por los *motivos* de aquellas leyes que corresponden siempre a esta necesidad y también al estado actual, cualquiera que sea, de la *civilización.* Las primeras tentativas de orientación grosera son mitológicas, demonológicas y poéticas. En la época del renacimiento de las ciencias, o sea en el período de Copérnico-Galileo, se busca una orientación provisoria, especialmente cualitativa; se tiene en cuenta sobre todo la *facilidad,* la *armonía* y la *belleza,* cuando se trata de encontrar reglas que permitan reconstituír los hechos mediante el pensamiento. La investigación cuantitativa, más exacta, tiene por objeto una determinación *unívoca,* como ya se ve en la historia del primer desarrollo de la mecánica general. A medida que se amontonan los conocimientos de los detalles, se siente con mayor fuerza la necesidad de reducir el esfuerzo psíquico, la necesidad de *economía,* continuidad, uniformidad, y de reglas cuya aplicación resulte tan general como se pueda. Basta, para probarlo, recordar la historia del desarrollo de la mecánica y de toda la parte de la física cuyos progresos son más notables.

« Cuando la teoría del conocimiento tenía una crítica menos perfeccionada, era natural proyectar los motivos psicológicos sobre la

(1) *El conocimiento y el error,* traducción francesa por Dufour, París, Flammarion, 1908, páginas 376 y 377.

naturaleza y atribuírlos a ésta. Dios y la naturaleza tienden hacia la unidad y la belleza, después hacia una regularidad y determinación más estricta, y por último hacia el ahorro y la economía en todos los fenómenos, para alcanzar todos los efectos con un gasto mínimo » (1).

En su historia de los principios de la mecánica, Mach señaló muchas expresiones análogas en las obras de los fundadores de la mecánica en el siglo XVII y hasta en el siglo XVIII.

« En los tiempos modernos dice en el mismo capítulo de *El conocimiento y el error,* Fresnel atribuye también a la naturaleza la tendencia de obtener mucho por los medios más sencillos, cuando defiende contra la teoría más antigua de la emisión la posibilidad de aplicar en una forma universal la hipótesis de las ondulaciones » (2).

Después cita las observaciones del gran físico francés acerca de las dos teorías: « La primera hipótesis, dice Fresnel, ofrece la ventaja de llevar a consecuencias más evidentes, porque el análisis mecánico se puede aplicarle con mayor facilidad; la segunda al contrario, de este punto de vista, presenta grandes dificultades. Pero, cuando tratamos de elegir un sistema, no hemos de tener en cuenta sino la simplicidad de las hipótesis, y la de los cálculos no puede resultar de ninguna importancia en cuanto a las probabilidades. La naturaleza *no se preocupa de las dificultades analíticas,* y se limita a evitar la complicación de los medios. Parece que se propuso hacer mucho con poco, y este es un principio que cada día viene confirmado por pruebas repetidas en el perfeccionamiento de las ciencias físicas. »

Ya vemos que a aquella afirmación respecto a la tendencias internas de la naturaleza, Mach, conforme a la tradición de la psicología asociacionista de Hume y Stuart Mill, propone substituír un fenómeno psicológico, una *expectación interna* y límites asignados a ésta. Uniendo al pensamiento de Hume ideas propias de Regnault, llega a la conclusión de que aquellas leyes nos aparecen sólo aproximadas, el valor mayor o menor que les atribuímos resultando únicamente del éxito de los distintas expectaciones del espíritu.

Esta es la tesis filosófica del profesor de Viena, y, así y todo, hemos de confesar que su pensamiento nos aparece algo vacilante como el de Poincaré. En efecto ¿cuál será para él el valor exacto de tal expectación? Nos dice que este valor resulta precisamente del hecho de que no hay desconocible ninguno ocultado detrás de los fenómenos

(1) *El conocimiento y el error, loc. cit.,* páginas 374 y 375.

(2) *Ibid,* página 375.

espirituales y físicos. Todo lo que conocemos se reduce a sensaciones y a relaciones entre ellas.

Distinguimos dos partes en estas sensaciones : la una que llamamos el *yo,* la otra que designamos con el nombre de *universo físico ;* pero en realidad no hay distinción radical entre ellas, pues, en ambos casos, no existen sino sensaciones y relaciones entre estas. Lo que llamamos universo físico, y lo que designamos con el nombre de *yo,* del punto de vista psicológico o fisiológico, no son dos cosas radicalmente distintas, dos substancias confinadas fuera de los fenómenos, sino sólo una distinción fundada sobre el mismo principio de economía, dentro del conjunto heterogéneo de nuestras sensaciones.

Con esto ya el pensamiento del sabio no existe fuera de la naturaleza, sino que resulta una parte de ella, pues la naturaleza consiste únicamente en sensaciones y relaciones entre sensaciones, y, esta eliminación de todo lo que no es sensaciones y relaciones entre ellas, es la que nos permite afirmar el valor aproximado de las leyes científicas. Al contrario, lo que nos llevaría a negar aquel valor, sería la costumbre de proyectar tras nuestras sensaciones una entidad llamada alma, o *yo,* distinta de las sensaciones, y después otra que llamaríamos naturaleza y materia, también distinta de aquellas. Una vez eliminadas esta entidades, porque, en virtud del principio de economía no son sino hipótesis inútiles e incómodas, el problema de la conformidad del pensamiento con la naturaleza, tal como por lo general queda planteado, ya desaparece, y así el filósofo de Viena, basándose en aquel empirismo radical análogo al de Hume o Mill, se cree autorizado a justificar el valor aproximado de los principios de la ciencia.

En resumidas cuentas, me parece difícil resolver la cuestión de si aquella teoría resulta realmente pragmatista, en el sentido riguroso que la filosofía contemporánea atribuye a la palabra. Si la tomamos en el sentido algo vago que le dió el mismo James varias veces, deberíamos considerarla como pragmatista de veras, pero si nos limitamos a considerar el sentido estricto que trató de definir el mismo fundador del pragmatismo, sería difícil, en vista de la expresiones de que se vale Mach, determinar hasta qué punto podemos considerar su teoría como pragmática.

En cuanto a la génesis de la noción de espacio, el profesor de Viena desarrolla tesis análogas a las de Poincaré, pero después opina con toda claridad por la energética contra el mecanismo, en razón de sus teorías empíricas y tal vez de la influencia de la escuela prusiana creada por las afirmaciones autoritarias y algo seniles de Ostwald.

Mach pertenecía a la generación de los físicos perturbados por la dificultad de interpretar mecánicamente el segundo principio de la termodinámica, y la comodidad que ofrecen los principios de la conservación y degradación de la energía para reunir el mayor número de hechos y leyes.

Por otra parte, si las sensaciones son los elementos *últimos* de lo real, y si la ciencia se resume en un análisis de sensaciones, ¿ cómo la física puede reducir nuestras sensaciones a no ser sino ilusiones y considerar las hipótesis moleculares como más verdaderas que aquel real ofrecido en una forma inmediata ? Tales hipótesis, para Mach, no se pueden verificar y son inútiles, y el principio de *economía* exige su rechazo. ¿ No habían afirmado otros energetistas, con el deseo de conformarse con las últimas modas filosóficas, que el energetismo resulta el único concepto rigurosamente pragmático de las ciencias físicas, pues sólo el energetismo permite rechazar todas las hipótesis no susceptibles de verificación y admitir sin restricción que la verdad es genuinamente la *verificación ?* A estos conceptos debía darle muy pronto el golpe mortal el descubrimiento de la radioactividad, cuya aparición inclinara la balanza hacia las doctrinas atomísticas.

En resumen, Mach manifiesta una tendencia muy caracterizada hacia el positivismo y empirismo, en oposición a la de Poincaré netamente inclinada hacia el idealismo y cierto intelectualismo ; con esta diferencia entre sus tendencias, diremos que la filosofía de los dos sabios está caracterizada por un pragmatismo mitigado, pero mucho más definido en el autor de *El conocimiento y el error.*

Hemos de retener especialmente de la obra de Mach su doctrina filosófica más bien que su producción técnica científica tal como resulta de las distintas memorias ya enumeradas al principio del presente trabajo. El mismo se pinta cuando dice : « sin ser un filósofo en lo más mínimo, hasta sin merecerse ni el nombre de tal, el sabio experimenta la necesidad imperiosa de considerar los métodos que le permiten adquirir o ensanchar sus conocimientos » (1). Con esta idea directriz, y sin ser filósofo de carrera, pudo sin embargo fundar una filosofía científica que, aunque expuesta a las críticas de muchos, dió a su nombre una popularidad y fama que sin duda sus trabajos de laboratorio no le podían conferir. Sus esfuerzos tuvieron por objeto, decía, « no de fundar una filosofía nueva, en las ciencias de la naturaleza, sino de expurgarlas de otra filosofía muy anticuada » y quedó

(1) *El conocimiento y el error,* traducción francesa, prefacio, 1905, página 7.

convencido de que esos esfuerzos fueron acogidos sin benevolencia ninguna por muchos sabios. Sin embargo, perseveró en su obra de depuración y « durante más de cuarenta años, sin ser cautivo de ningún sistema, tuvo la oportunidad, en el laboratorio o en el aula, de estudiar las vías por las cuales va progresando el conocimiento, y trató de hacer de ellas una exposición en sus distintos trabajos » (1).

Fué el trabajador humilde y perseverante cuya vida entera está dedicada a la investigación y conquista de la verdad. Pero su erudición y sus obras, en vez de convertirle en un sabio cuyo nombre se repite con estrépito después de un gran descubrimiento que permite a la ciencia hacer repentinamente un paso de gigante hacia el progreso, han hecho de él el obrero del pensamiento que abre al espíritu científico horizontes nuevos y lo dirige por caminos imprevistos hacia la realización del sueño de todos, o sea el perfeccionamiento del bienestar general y de la civilización. De este punto de vista, el sabio que la muerte acaba de raptar a la ciencia conservará en primera fila una figuración bien merecida entre los pocos a quienes le van dirigidos nuestros saludos y homenajes agradecidos.

CAMILO MEYER.

Marzo de 1916.

(1) *Ibid. Prefacio,* página 10.

BIBLIOGRAFÍA

Die diluviale Vorzeit Deutschlands por R. R. SCHMIDT, E. KOKEN, A. SCHLIZ, 1 volumen de texto de 300 × 360 milímetros, con dos + XIII + tres + 283 + una página, y 140 figuras intercaladas o distribuídas en tres láminas, 1 viñeta y 3 cuadros; y un atlas de igual tamaño, con cuatro + IV páginas, 47 láminas acompañadas de texto explicativo sin foliar y 2 viñetas. Stuttgart, 1912.

La gran obra de R. R. Schmidt y sus colaboradores constituye el primer estudio de conjunto sobre las culturas prehistóricas desarrolladas en un país determinado, encarado del triple punto de vista geológico, antropológico y paleoetnológico. Y la realización de este brillante esfuerzo que se singulariza por su sabia exposición y la pulcritud de su presentación editorial, corresponde a Alemania donde, como lo saben los especialistas, tales estudios datan de ayer, y los mismos materiales utilizables son, por razones conocidas, muchísimo menos abundantes que en los países del sudoeste de Europa.

La obra que analizo se divide en cuatro grandes partes: la primera, escrita por R. R. Schmidt, está exclusivamente dedicada a la prehistoria y comprende, fuera de algunos capítulos en que se trata asuntos generales, un examen crítico de todos los documentos paleoetnológicos reunidos en Alemania hasta 1912, tarea tanto más valiosa cuanto que el autor ha podido verificarla después de haber realizado personalmente gran número de hallazgos contraloreados con prolijidad; la segunda parte se refiere a la geología y paleontología cuaternarias, y es obra del eximio y malogrado profesor Koken; en la tercera, el doctor Schliz se ocupa del material puramente antropológico; y, por último, en la cuarta parte, también obra del doctor Schmidt, se tratan a fondo diversas cuestiones referentes a la cronología cuaternaria en sus relaciones con la antigüedad del hombre.

En un capítulo inicial muy bien documentado, el doctor Schmidt encara el problema, tantas veces discutido, de la probable existencia de una cultura prepaleolítica, analizando para ello los numerosos antecedentes, favorables o negativos, que se refieren a los eolitos. Pero no obstante dedicar el autor, a fuer de meticuloso, un amplio parágrafo a los hallazgos realizados en diferentes localidades alemanas, opina a fin de cuenta, y como la mayoría de los especialistas, que los eolitos no pueden considerarse como productos de industria humana.

Del punto de vista prehistórico, el doctor Schmidt divide el territorio de Alemania en cuatro grandes regiones: la del sur, que comprende Wurtemberg y Baviera; la del sudoeste, en la que incluye Baden y Alsacia-Lorena; la formada por las provincias renanas y Westfalia; y, por último, la del norte.

La estación más representativa de la primera región es, sin duda, la de Sirgenstein, cerca de Schelklingen, cuyo descubrimiento junto con el del yacimiento de Ofnet, quizá hayan determinado al autor a intensificar sus investigaciones y aun a escribir la gran obra que analizo. En la estación aludida se han hallado dos niveles basales moustierenses con *Elephas primigenius*, oso, bisonte, reno, etc., separados del aurignacense (tres niveles) por una capa que contenía *Myodes obensis;* además, sobre el solutrense, que también allí se halla representado, descansaba una capa de magdalenense antiguo caracterizada, asimismo, por la presencia de restos de roedores árticos *(Myodes torquatus);* los cuales, en el magdalenense superior, mal representado en Sirgenstein, se hallan substituídos por *Lagomys pusillus.*

Las dos grutas de Ofnet, cerca de Utzmemmingen, que he mencionado, constituyen, también, yacimientos importantes, especialmente la llamada Grossen Ofnet, cuyo depósito de 33 cráneos de época azilio-tardenoisense le han dado justa celebridad. Por otra parte, esta gruta, como la más pequeña, contenían tres capas aurignacenses (superior, media e inferior), una solutrense y una magdalenense superior.

A la primera región de que me ocupo también pertenecen los yacimientos menos importantes de Irpfelhöhle (moustierense antiguo); Raüberhöhle (transición del moustierense al aurignacense y aurignacense superior); Bockstein (aurignacense y magdalenense); Hohlefels, cerca de Schelklingen, con los mismos niveles del anterior; Hohlestein (magdalenense); Cannstatt (solutrense?); Niedernau, Winterlingen y Gansersfelsen (los tres magdalenense inferior); Hohlefels, cerca de Hütten (magdalenense medio y superior); Kastlhänge (magdalenense inferior y medio); la estación de Schussenried que contenía depósitos culturales referibles, tan sólo, al magdalenense medio; y, por último, los de Propstfels y Schmiechenfels (magdalenense superior). El autor hace referencia, igualmente, a otros hallazgos de mucho menos importancia, tales como los verificados en Lauterach, Heppenloch, Teufelküche, Höllenhöhle, etc.

La segunda región, aunque mucho más pobre, cobra importancia pues comprende yacimientos que han proporcionado restos de una antiquísima industria: en efecto, en la estación de Achenheim, cerca de Strassburg, se ha señalado en el loes antiguo un nivel acheulense superior recubierto por otro moustierense; y en el loes reciente un nivel aurignacense superior. Asimismo, en las gravas de Sablon, en las proximidades de Metz, se ha hallado un *coup de poing* amigdaloide, y otro lanceolado en la estación de Rüderbach. Las otras estaciones de la región del sudoeste son más modernas: así, Völklinshofen pertenece al aurignacense superior; las halladas en el loes de Munzingen son magdalenenses; y los objetos procedentes de Istein y de Kleinkems son aun más modernos, pues corresponden a la época azilio-tardenoisense.

El yacimiento más importante de la tercera región es la gruta de Kartstein, de cuyos depósitos más profundos se ha retirado un *coup de poing* auchelense; mientras los sedimentos sobrepuestos comprendían una capa moustierense, un estrato aurignacense de escasa potencia y un depósito magdalenense de gran riqueza;

justamente la misma disposición estratigráfica de otro yacimiento de importancia situado en Buchenloch, cerca de Gerolstein. Las estaciones de Wildscheur y Wildhaus, sólo han proporcionado objetos pertenecientes a las épocas auriñacense y magdalenense; los yacimientos superficiales de Metternich, Rhens y Kärlich son aurignacenses; la estación de Andernach se caracteriza por su hermosa industria magdalenense; mientras en Martinshöhle y Balverhöhle se han señalado vestigios azilio-tardenoisenses.

La región septentrional se singulariza por la carencia casi absoluta de yacimientos que comprendan, bien caracterizadas, las épocas paleolíticas más modernas: aurignacense, solutrense y magdalenense. Mencionaré, entre otros, las estaciones del valle del Ilm — Taubach, Weimar y Ehringdorf — con *Elephas antiquus* y *Rhinoceros Mercki,* francamente auchelenses; la de Markkleeberg, próxima de Leipzig, igualmente auchelense; Baumannshöhle (moustierense), etc. Sólo en el loes de Thiede se ha señalado el aurignacense; y en Wüste Schluer, cerca de Döbritz, el azilio-tardenoisense.

El doctor Schmidt después de presentar el nutrido *corpus* a que acabo de referirme, se ocupa especialmente de la evolución cronológica y tipológica de las industrias paleolíticas en Alemania; y dedica, asimismo, un largo capítulo final al estudio de la cultura paleolítica en Europa occidental, seguido de un instructivo resumen sobre las manifestaciones artísticas de aquellas lejanas épocas.

Son muchas las constataciones de alto interés a que arriba el sabio paleoetnólogo alemán y es imposible, en una breve nota como ésta, tratar de resumirlas. Haré notar, tan sólo, que sus prolijas investigaciones le permiten asegurar, en primer término, que el desarrollo de la industria paleolítica en Alemania es idéntico y paralelo al de los otros países del oeste de Europa; y, en segundo lugar, sus estudios en ciertos yacimientos del sudoeste, de las provincias renanas y Westfalia comprueban, una vez más, la posición estratigráfica del auchelense en el loes antiguo, y del moustierense, aurignacense, solutrense y magdalenense, en el reciente. Por otra parte, Schmidt ha constatado la existencia de dos niveles moustierenses, uno primitivo y otro más moderno referible al tipo de La Quina; y faunística como estratigráficamente sus investigaciones evidencian que tanto el aurignacense como el magdalenense ofrecen tres fases (antigua, media y reciente) bien definidas. Resulta, asimismo, interesante, — no sólo del punto de vista estratigráfico, sino también por las inferencias que de ello pueden obtenerse — la presencia constante en los yacimientos alemanes, de ciertos elementos de la microfauna ártica: entre el moustierense y el aurignacense un horizonte caracterizado por *Myodes obensis;* en el magdalenense antiguo otro con *Myodes torquatus,* elemento que en el magdalenense medio y superior se halla substituído por *Lagomys pusillus.*

En la segunda parte, en cierto modo inconclusa pues falta el resumen final debido al sensible fallecimiento de su ilustre autor, el doctor Koken examina las condiciones geológicas y paleontológicas de las diversas estaciones alemanas, tratando, especialmente, de determinar la posición estratigráfica de los elementos obtenidos en cada una de aquéllas.

El autor ha querido definir según su criterio, y como tarea previa e imprescindible, los horizontes faunísticos del período cuaternario europeo, cuyas características esenciales pueden resumirse en la forma siguiente:

1º Fauna antigua de tipo pliocénico, aun no señalada en Alemania;

2º Fauna con *Elephas antiquus* y restos de determinadas formas pliocénicas (St. Prest, Abbeville, Forestbed, Mosbach, Mauer, Süszenborn);

3º Fauna conteniendo *Elephas antiquus,* sin vestigios de especies pliocénicas (Frankenbach, Steinheim a. Murr, niveles superiores de las arenas de Mauer, etc.);

4º Fauna con mamut, pero sin *Elephas antiquus* ni *Rhinoceros Mercki* (Canstadt);

5º Fauna con *Elephas antiquus* asociado a *Rhinoceros Mercki* y *Elephas primigenius;* y, con mucho menos frecuencia, *Rhinoceros tichorhinus* (Taubach, Achenheim, Cannstadt);

6º Fauna con *Elephas primigenius* asociado con escasa frecuencia a *Rhinoceros Mercki* y *Elephas antiquus* (Rixdorf, Phoeben). Dentro de este período, pero en una fase más reciente, hacen su aparición los roedores árticos *(Myodes obensis);*

7º Época del caballo. En esta época, durante la cual se presentan todavía con frecuencia *Elephas primigenius* y *Rhinoceros tichorhinus,* abundan sobremanera los caballos salvajes y los renos;

8º Fauna glacial final en cuyo complejo dominan el caballo y el reno, mientras son raros el mamut y el rinoceronte de narices entabicadas. En este período reaparecen los roedores árticos *(Myodes torquatus);*

9º Fauna postglacial. El reno desaparece de los territorios de la Europa central; el ciervo domina en el conjunto faunístico, pero el caballo es aun frecuente. En la fase más avanzada de este período comienza a definirse la época de transición hacia la fauna del bosque.

Conviene hacer notar, dada su importancia, que la cuarta fauna correspondería a la glaciación de Riss; la quinta al tercer período interglacial de Riss-Würm; y la sexta a la glaciación de Würm o último gran avance de los hielos.

En la parte tercera el doctor Schliz se ocupa, como lo he dicho, de la antropología cuaternaria. De todo el material osteológico que examina resulta altamente interesante el obtenido en el osario azilio-tardenoisense de Ofnet en Baviera, que se describe y figura *in extenso* por primera vez. Como es sabido, aquel depósito funerario estaba formado por los cráneos de 33 individuos, de los cuales, 9 mujeres y 20 niños, distribuídos en dos grupos. Se trata, sin duda, de sujetos decapitados en el curso de ceremonias fúnebres, pues todos fueron hallados vueltos hacia el oeste y cuidadosamente adornados. Asimismo, conviene se sepa que los cráneos no fueron todos enterrados simultáneamente, sino, por el contrario, fueron agregándose en círculos concéntricos a los anteriormente depositados. Las formas craneanas de los individuos del osario de Ofnet, demuestran que ya existía por aquella época una profunda mezcla étnica: muchos son braquicéfalos, algunos dolicocéfalos y los hay, también, mesaticéfalos.

El autor se ocupa, además, de la célebre mandíbula de Mauer, que considera prechellense, de los conocidos hallazgos de Neanderthal y Taubach; de los dientes hallados en la gruta de Sirgenstein (aurignacense), y de los elementos dentarios procedentes de la estación de Andernach (magdalenense).

El doctor Schmidt trata en la cuarta y última parte de la cronología cuaternaria en sus relaciones con la antigüedad del hombre. Sus coordinaciones más importantes son las siguientes: la mandíbula de Mauer es asignada al período interglacial Mindel-Riss; las épocas chellense y auchelense corresponden, según el autor, al último período interglacial de Riss-Würm; el moustierense se encuentra

comprendido dentro de la glaciación de Würm; el aurignacense y el solutrense coinciden con la oscilación de Achen; y el magdalenense inferior y el medio, dada la presencia de roedores árticos, coincide con el último avance de los ventisqueros en la época postglacial o sea con la glaciación de Bühl; mientras el magdalenense superior es referible a la fase de Gschnitz. Por otra parte, el doctor Schmidt encara brillantemente otros puntos de alto interés, como ser la antigüedad del loess, la influencia del factor climático en el desarrollo físico y cultural del hombre pleistoceno, etc.

El complemento iconográfico de esta obra monumental es copiosísimo e irreprochable: cartas, planos, perfiles, figuras intercaladas con el texto, y centenares de magníficas ilustraciones distribuídas en las 47 láminas que forman el segundo tomo. É igualmente valiosas son las bibliografías parciales que corren agregadas a cada capítulo, como los índices analíticos que cierran el primer volumen.

Resumiendo: *Die diluviale Vorzeit Deutschland* constituye un imprescindible instrumento de trabajo para los especialistas de todos los países, no sólo por el aporte de elementos de comparación que allí se comprenden, cuanto por los problemas de interés general que se abordan y discuten. Por todo ello, sus autores se hacen acreedores a un sincero aplauso y a un caluroso voto de aliento, que es de calificada justicia hacer extensivo a los editores, señores Nägele y Sproesser, quienes no han omitido esfuerzo alguno a fin de que la obra sea — como lo es — un bello exponente de la intensa cultura que ofrece Alemania en todas las manifestaciones de la actividad y del saber humanos.

FÉLIX F. OUTES.

A meteorological treatise on the circulation and radiation in the atmosphere of the earth and of the sun, por FRANK H. BIGELOW. Editor John Wiley and Sons, 431 páginas. New York, 1915.

El eminente meteorologo Bigelow, cuya presencia en la Oficina meteorológica nacional en Córdoba desde el año 1910 es un honor para el país, acaba de sintetizar sus profundos estudios en un libro que ha de reformar en sus fundamentales conceptos la ciencia que cultiva. El autor indica que la meteorología como ciencia ha quedado estéril por una razón fundamental. Suponiendo la atmósfera no adiabática los términos de las ecuaciones generales de movimiento calculados según las fórmulas ordinariamente aplicadas no son conformes con las observaciones. Hay dos errores en la discusión: 1º se mezclan los sistemas no adiabáticos y los adiabáticos; 2º se omiten en las ecuaciones generales los importantes términos de radiación.

En particular se saca la « constante de gases » R del sistema adiabático para aplicarla a una atmósfera no adiabática lo cual, sin embargo, queda prohibido como los valores deducidos (presión, temperatura, densidad atmosféricas) no corresponden a las observaciones prácticas, comprobando lo infructuoso de los sistemas que no sean estrictamente no adiabáticas.

Bigelow, por lo contrario, cuyo sistema es estrictamente no adiabático, no considera constante el valor de R en la ecuación de Boyle-Gay-Lussac, $P = \rho TR$, sino variable. Este cambio es de una importancia trascendental y puede pronosticarse que debido a él van a abrirse a la meteorología, horizontes nuevos e

inesperados como los produjeran en la astronomía el paso del sistema ptolemeico al de Copérnico, de la alquimia a la química, de la teoría flogística a la energía cinética en el calor, del *fiat* a la evolución en las ciencias naturales. Todo el problema de radiación entra en una fase completamente nueva.

Las fórmulas han sido aplicadas a numerosas ascensiones aerostáticas hasta 30.000 metros de altura; y más, se ha encontrado un método para extender los datos hasta los límites de la atmósfera por medio de cálculos de prueba. Bigelow ha aplicado sus fórmulas para construír la termodinámica de la atmósfera del sol y encuentra que los gases del hidrógeno, calcio, carbón, cinc, cadmio, mercurio forman cada uno un estrato adiabático debajo de la fotósfera, un estrato isotérmico incluyendo la fotósfera y un estrato no adiabático que se eleva hasta la altura de su extinción. La temperatura de la capa isotérmica es de 7655 centígrados, escala absoluta y para el valor de la importante constante solar a la distancia terrestre se deduce 5,854 calorías correspondiendo a la temperatura solar de 7700 centígrados, por cuyo resultado se destruye el valor hasta ahora admitido que no es sino la mitad del de Bigelow.

El libro expone los nuevos métodos de su autor con suficientes detalles para discutir los problemas meteorológicos en casos prácticos, y aunque por su carácter matemático no es de lectura fácil, resultará indispensable para quien desee seguir los nuevos derroteros de la meteorología. Contiene la solución de muchos problemas que habían quedado inaccesibles a los viejos métodos. Son :

1º La convección diurna y semidiurna de las ondas barométricas, con la radiación ;

2º Las presiones y temperaturaa en los ciclones y anticiclones, con la circulación y radiación;

3º La termodinámica de la atmósfera a base de ascenciones en globo a grandes alturas;

4º La termodinámica de la circulación general;

5º La distribución de la radiación en todas latitudes y en alturas hasta 20.000 metros:

6º La « constante solar » de radiación y los divergentes resultados de los pirheliómetros y bolómetros:

7º La discrepancia en el coeficiente absoluto de la conducción eléctrica deducido de los diferentes aparatos de disipación y en el número y la velocidad de los iones;

8º Las variaciones magnéticas diurnas en las capas inferiores de la atmósfera;

9º Las variaciones magnéticas no periódicas en su relación con la radiación solar;

10º La magnetización y los términos eléctricos en el sol a temperaturas muy altas.

Añadiremos que el libro puede conseguirse en la Oficina meteorológica nacional de Córdoba, por pesos 12,50 moneda nacional, el editor permitiendo su remeara diez días, con el fin de conocerlo.

A. JATHO.

Gonzáles, Arturo.
González, Juan B.
González Luján, Nicolás.
González Litardo, Donato.
González Litardo, Justo.
González, Agustín.
Gottuso, Francisco G.
Granero, Miguel.
Gradin, Carlos.
Grau, Carlos A.
Gregorina, Juan.
Gegorini, Juan A.
Grieben, Arturo.
Grianta, Luis.
Groizard, Alfonso.
Guido, Miguel.
Guglialmelli, Luis C.
Gutiérrez, Ricardo J.
Gutiérrez, Carlos.
Guesalaga, Alejandro.
Guerrero, Mariano A.
Hauman Merck, Lucien.
Harrington, Daniel.
Hermitte, Enrique.
Herrera Vega, Marcelino.
Herrero, Ducloux E.
Henry, Julio.
Hicken, Cristóbal M.
Hileman, Guillermo.
Hosseus, Carlos Curt.
Holmberg, Eduardo A.
Hoyo, Arturo.
Huergo, Luis A. (hijo)
Huergo, Eduardo.
Huergo, José M.
Hughes, Miguel.
Ibarra, Luis de.
Iribarne, Pedro.
Isbert, Casimiro V.
Issouribehere, Pedro J.
Isnardi, Vicente.
Isnardi, Teófilo.
Israel, Alfredo C.
Iturbe, Miguel.
Ivanissevich, Ludovico.
Jesinghaus, Carlos.
Jurado, Ricardo.
Kock, Víctor.
Klein, Hermán.
Kreusberg, Jorge.
Laclau, Narciso C.
Lafone Quevedo, Samuel A.
Labarthe, Julio.
Lahille, Fernando.
Lanfranco, Silvio.
Landeira, Pedro, V.

Laporte, Luis B.
Lara, Juan B.
Larreguy, José.
Larco, Esteban.
Lathan Urtubey, Augusto.
Latzina, Eduardo.
Laub, Jacobo J.
Lavarello, Pedro.
Lea, Allan B.
Ledesma, Pedro M.
Leguizamón, Pondal Mart[no].
Lelli, Arduino.
Lemos, Carlos.
Lepori, Lorenzo.
Leonardis, Leonardo de.
Lesage, Julio.
Letiche, Enrique.
Levylier, H. M.
Logarte, Ramón.
Lix Klett, Carlos.
Lizer, Carlos.
Longobardi, Ernesto.
Lozano, Narciso, M.
Lozano, Nicolás.
Lugones, Arturo M.
Lugones, Leopoldo.
Lucero, Octavio.
Luro, Rufino.
Ludwig, Carlos.
Lutscher, Andrés A.
Madrid, Enrique de.
Mainini, Carlos.
Mégy, Luis A.
Magnin, Jorge.
Mallol, Emilio.
Mamberto, Benito.
Maradona, Santiago.
Marín, Plácido.
Marreins, Juan.
Marcó del Pont, E.
Marotta, Pedro.
Marino, Alfredo.
Márquez Gómez, Adolfo.
Martínez Pita, Rodolfo.
Marti, Ricardo.
Massini, Estéban.
Maupas, Ernesto.
Mattos, Manuel E. de.
Mazza, Aurelio F.
Mazza, Salvador.
Medina, José A.
Méndez Calzada, Luis.
Meoli, Gabriel.
Mercante, Victor.
Mercâu, Agustín.
Mermos, Alberto.

Meyer, Camilo.
Mignaqui, Luis P.
Millan, Máximo.
Molina y Vedia, Delfina.
Molina y Vedia, Adolfo.
Monge Muñoz, Arturo.
Molina, Waldino.
Molina Civit, Juan.
Morales, Carlos María
Moreno, Francisco P.
Moreno, Evaristo V.
Morón, Ventura.
Möhring, Walther.
Mordeglia, Domingo.
Mormes, Andrés.
Morteo, Carlos F.
Mosconi, Enrique.
Moyano, Osman.
Mugica, Adolfo.
Narbondo, Juan L.
Nacher, Francisco.
Nágera, Juan José.
Navarro Viola, Jorge.
Natale, Alfredo.
Negri, Galdino.
Nelson, Enrique M.
Newton, Artemio R.
Niebuhr, Adolfo.
Nielsen, Juan.
Newbery, Ernesto.
Niño, Bernardo J.
Noceti, Domingo.
Nogués, Domingo.
Nougues, Luis F.
Nouguier, Pablo.
O'Connor, Eduardo.
Ochoa, Arturo.
Ojeda, José T.
Olmos, Miguel.
Olivera, Carlos E.
Oliveri, Alfredo.
Orcoyen, Francisco.
Orús, José M.
Orús, Antonio (hijo).
Otamendi, Eduardo.
Otamendi, Rómulo.
Otamendi, Alberto.
Otamendi, Gustavo.
Otamendi, Belisario.
Outes, Felix F.
Padilla, José.
Padilla, Isaías.
Paita, Pedro J.
Paitoví Oliveras, Antonio.
Palacio, Emilio.
Palet, Luciano.

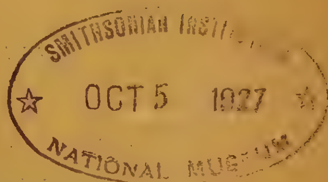
Panelo, Estéban.
Paoli, Humberto.
Paolera, Carlos M. della.
Parera Denis, Fortuno.
Parodi, Edmundo.
Pasman, Raúl G.
Pastore, Franco.
Paquet, Carlos.
Parckinson, Pedro P.
Paz, José M.
Pattó, Gustavo.
Peirano, Santiago F.
Pelosi, Elías.
Pelleschi, Juan.
Peralta Ramos, Enrique.
Pereyra, Emilio.
Pérez, Alberto J.
Pértile, José C.
Petersen, Teodoro H.
Pigazzi, Santiago.
Piana, Juan.
Piaggio, Antonio.
Pini, Aldo S.
Pouyssegur, Hipólito B.
Ponte, Federico N. del.
Pol, Víctor de.
Posadas, Carlos.
Puente, Guillermo A.
Pueyrredón, Carlos A.
Puiggari, Pío.
Puiggari, Miguel M.
Quiroga, Atanasio.
Quiroga, Modesto.
Rabinovich, Delfín.
Ranzenhoffer, Oscar.
Real, Enrique B.
Recagorri, Pedro S.
Rebuelto, Emilio.
Rebuelto, Antonio.
Renacco, Ricardo.
Repetto, Roberto.
Repetto, Nicolás.
Repossini, José.
Reyna Almandos, Luis.
Reyes, J. Miguel.
Riccheri, Pablo.
Rivara, Juan.
Rivarola, Rodolfo.
Rodríguez, Aravena Santos.
Rodriguez de Vicente, Roman
Rodriguez Etchart, Carlos.
Rodríguez Larreta, Eduardo.
Roffo, Angel.
Roffo, Juan.
Rojas, Estéban C.
Rojas, Juan R.
Rom, Carlos A.
Romero, Julián.
Romero, Antonio.
Rossell Soler, Pedro A.
Rospide, Juan.
Rouge, Marcos.
Rubio, José M.
Rua, José M. de la.
Rumi, Tomás J.
Sabaría, Enrique.
Sabatini, Angel.
Sáenz Valiente, Eduardo.
Sáenz Valiente, Anselmo.
Sagastume, José M.
Sánchez Díaz, Abel.
Sánchez, Juan A.
Sánchez, Zacarías.
Sanromán, Iberio.
Santángelo, Rodolfo.
Saravia González, Moisés.
Segovia, Fernando.
Sáuze, Eduardo.
Sarhy, José S.
Sarhy, Juan F.
Saubidet, Alberto.
Scala, Augusto.
Schaefer, Guillermo F.
Schmiedel, O.
Seguí, Francisco.
Schneidewind, Alberto.
Selva, Domingo.
Sella, Federico.
Senet, Rodolfo.
Senillosa, Juan A.
Serra Renón, José.
Severini, Decio.
Silva, Angel.
Sires, Marcelo C.
Sirí, Juan M.
Sobral, Arturo.
Soldano, Ferruccio.
Sordelli, Alfredo.
Sorkau, Walther.
Suárez, Eleodoro.
Spinetto, Silvio.
Spinedi, Hermenegildo F.
Storni, Segundo.
Sunblad Roseti, Gustavo.
Tamini Crannuel, L. A.
Tarelli, Carlos A.
Tejeda Sorzano, Carlos.
Tello, Eugenio.
Tieghi, Segundo.
Thedy, Héctor.
Toledo, Enrique A. de.
Tornquist, Adolfo.
Torres Armengol, M.
Torres, Ricardo J.
Torre, Bertucci Pedro.
Torrado, Samuel.
Traverso, Nicolás.
Trelles, Rogelio A.
Ugarte, Trifón.
Uhart, Pedro.
Uriarte Castro, Alfredo.
Uriburu, Arenales.
Uriburu, David.
Vallebella, Colón B.
Vilar, Juan.
Valenzuela, Moisés.
Valentini, Argentino.
Valerga, Orente A.
Valiente Noailles, Luis.
Valle Iberlucea, Enrique del
Varela, Rufino (hijo).
Vassalli, Miguel E.
Vasquez de Navoa, Vicente.
Velasco, Salvador.
Vernengo, Roberto E.
Vico, Domingo.
Vignau, Pedro T.
Vidal, Antonio.
Vidal, Eduardo
Videla, Baldomero.
Virasoro, Valentín.
Vivot, Eduaro.
Volpatti, Eduardo.
Volpi, Carlos A.
Vucetich, Juan.
Wauters, Carlos
Windhausen, Anselmo.
Widakowich, Víctor.
Wernicke, Roberto.
Wernicke, Raúl.
Williams, Adolfo T.
White, Guillermo.
White, Guillermo J.
Wollenweide, Albino.
Zakrzewski, Bernardo.
Zamboni, Agustín.
Zambrano, Víctor.
Zamudio, Eugenio.
Zapata, Ciriaco L.
Zappi, Enrique V.
Zemborain, Saturnino (hijo).
Zelada, José.
Zorraquín, Guillermo.
Zuberbühler, Carlos E.
Zuleta, Enrique.

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

DIRECTOR : DOCTOR HORACIO DAMIANOVICH

MAYO-JUNIO 1916. — ENTREGAS V-VI. TOMO LXXXI

ÍNDICE



BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA DE CONI HERMANOS
684 — CALLE PERÚ — 684

1916

ADVERTENCIA

Los colaboradores de los *Anales,* que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos deben solicitarlo por escrito a la Dirección, la que le dará el tramite reglamentario. Por mayor número de ejemplares deberán entenderse con los editores señores Coni hermanos.

Tienen, además, derecho a la corrección de dos pruebas.

Los manuscritos, correspondencia, etc., deben enviarse a la Dirección **Cevallos, 269.**

Cada colaborador es personalmente responsable de la tesis que sustenta en sus escritos.

La Dirección.

PUNTOS Y PRECIOS DE SUBSCRIPCIÓN

Local de la Sociedad, Cevallos 269, y principales librerías

	Pesos moneda nacional
Por mes	1.00
Por año	12.00
Número atrasado	2.00
— para los socios	1.00

LA SUBSCRIPCIÓN SE PAGA ADELANTADA

El local social permanece abierto de 3 á 7 y de 8 á 12 pasado meridiano

BASES Y REGLAMENTO

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

SANCIONADOS EN LA ASAMBLEA DEL 30 DE MARZO DE 1916
APROBADOS POR EL GOBIERNO DE LA NACIÓN CON FECHA 3 DE JULIO DE 1916

I

BASES

La Sociedad Científica Argentina tiene su asiento en la ciudad de Buenos Aires y su objeto es fomentar el desarrollo de las ciencias en general y sus aplicaciones á las artes, á las industrias y á las necesidades de la vida social.

Con este objeto:

1° Estudiará las publicaciones, inventos, descubrimientos y mejoras científicas, especialmente aquellas que pueden tener aplicación práctica en la República;

2° Formará una biblioteca compuesta de publicaciones que se relacionen con los fines de la Sociedad, así como las colecciones de instrumentos, planos, fotografías, modelos, muestras, etc., pertinentes á los mismos;

3° Promoverá la realización de conferencias, formulando programas de temas sobre cuestiones indicadas en las Bases, proponiendo el estudio y la preparación de las memorias respectivas, y acordará premios al autor ó autores del mejor trabajo presentado en cada caso (véase título XII);

4° Cuando lo juzgue conveniente, hará estudiar las comunicaciones científicas que espontáneamente le dirijan los socios ó los particula-

res, comprendidas dentro del programa de la Sociedad, produciendo los informes pertinentes;

5° Se pondrá en relación con las asociaciones similares, nacionales y extranjeras, para el mejor y más rápido conocimiento de los adelantos científicos, artísticos é industriales que se realicen en el mundo civilizado;

6° Publicará una revista periódica, órgano oficial de la Sociedad, bajo la denominación de *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* sin perjuicio de las demás publicaciones que juzgare oportuno hacer;

7° Podrá establecer secciones, á ella vinculadas, y, en todos aquellos puntos de la República donde lo juzgare conveniente.

II

REGLAMENTO

TÍTULO I

De los socios

Art. 1°. — La Sociedad se compone de socios honorarios, correspondientes, protectores, vitalicios, activos y adherentes:

a) Son socios honorarios aquellas personas que por sus excepcionales méritos científicos, ó servicios prestados á la Sociedad, con residencia en el país ó fuera de él, merezcan á juicio de la Asamblea, el homenaje de las corporaciones científicas. No abonarán cuota alguna;

b) Son socios correspondientes aquellas personas que á juicio de la Junta directiva pueden servir de lazo de unión interprovincial o internacional entre los estudiosos, mediante la reciprocidad de informaciones sobre los progresos científicos en sus respectivas provincias ó países. No abonarán cuota alguna;

c) Son socios protectores los que hagan á la Sociedad una donación en efectivo, no menor de un mil pesos;

d) Son socios vitalicios las personas que hallándose en las condiciones exigidas para ser socios activos, hagan á la Sociedad una donación en efectivo de quinientos pesos moneda nacional;

e) Son socios activos las personas que lo soliciten y que poseyendo un título universitario o de instituto especial, nacional o extranjero, ó que habiendo demostrado su dedicación á las ciencias por cargos desempeñados, publicaciones, etc., sean dignos á juicio de la Junta directiva de pertenecer á la Sociedad. La Junta directiva reglamentará las condiciones de admisión anteriormente expuestas. Abonarán la mensualidad establecida en estos estatutos ó que se estableciere más tarde (artículo 42, título XIV);

f) Son socios adherentes, los que no teniendo las condiciones establecidas en el inciso *e)* soliciten pertenecer á la Sociedad y sean dignos de ello, á juicio de la Junta directiva;

g) Los socios correspondientes, protectores y vitalicios son nombrados directamente por la Junta directiva. Los activos deben ser presentados á la Junta directiva por dos socios activos, en pleno goce de sus derechos, indicándose en la solicitud correspondiente la profesión y el domicilio del candidato; la Junta directiva resolverá su admisión por mayoría de votos. Los socios honorarios serán propuestos á la Junta directiva por un mínimo de veinte socios activos; reconocido por ésta el mérito del candidato, elevará la solicitud á resolución de la Asamblea. Los socios protectores, vitalicios y activos, tienen voz y voto en las Asambleas; los honorarios, correspondientes y adherentes tan sólo voz;

h) Todos los socios recibirán un diploma que los acredite en su carácter correspondiente, firmado por el presidente y los dos secretarios y timbrado con el sello mayor, de la Sociedad.

Art. 2°. — Todos los socios tendrán derecho:

1° Á exponer á la Junta directiva las ideas que consideren útiles á la Sociedad, debiendo aquélla someterlas al estudio de una comisión especial, cuando el asunto así lo requiera;

2° Al uso de la biblioteca, instrumentos y colecciones de la Sociedad, así como asistir á las conferencias y visitas que organice, de acuerdo con las disposiciones que á este respecto establezca la Junta directiva;

3° Á presentar, por sí ó por escrito, personas á quienes se les podrá acordar temporariamente el derecho de consultar la biblioteca y colecciones de la Sociedad;

4° Á un ejemplar de los *Anales* y demás publicaciones que hiciere la Sociedad;

Art. 3°. — Los socios activos tendrán derecho á consultar los libros de la administración de la Sociedad, siempre que lo soliciten.

Art. 4°. — Los socios activos y adherentes no podrán hacer uso de los derechos que les acuerda este Reglamento cuando no hubiesen satisfecho tres consecutivas de las cuotas mensuales correspondientes; recuperarán la plenitud de sus derechos desde el momento en que abonen las tres cuotas adeudadas y la del mes en curso. Las nóminas oficiales de socios activos y adherentes que publique la Sociedad, contendrán solamente los nombres de los que se hallen en pleno goce de sus derechos.

Art. 5°. — Un socio cualquiera podrá ser separado de la Sociedad, siempre que á juicio de la Junta directiva hubiera dado motivos fundados para ello, y así lo ratifique la Asamblea de acuerdo con el artículo 10 del título II.

TITULO II

De las Asambleas

Art. 6°. — Las Asambleas son ordinarias ó extraordinarias. Considérase ordinaria la de la primera semana de abril, en la que se procederá á la elección de los socios que deben reemplazar á los salientes de la Junta directiva, requiriéndose para sesionar la presencia de la décima parte, por lo menos, de los socios activos residentes en la capital de la república, que estén al día en el pago de las cuotas. En caso contrario se transferirá la Asamblea para cinco días después, formando entonces *quorum* el número de socios que concurra.

Art. 7°. — Las Asambleas extraordinarias tendrán lugar toda vez que así lo disponga la Junta directiva, ó el presidente, en caso de urgencia, a pedido de diez socios, indicando el objeto de la convocación, que constituirá la « orden del día ». Estas Asambleas se regirán en su *quorum* y resoluciones por lo dispuesto en el artículo 6°.

Art. 8°. — Los asuntos que se deben tratar en las Asambleas y el día y hora en que éstas tendrán lugar, se harán conocer por citaciones repartidas con dos días de anticipación, por lo menos, del fijado para la reunión, publicándose con igual anticipación en dos diarios.

Art. 9°. — La Asamblea resuelve todas las cuestiones relativas á la Sociedad que le son sometidas y que no corresponden á atribuciones de la Junta directiva : concede premios ó distinciones honoríficas á los socios ó personas extrañas á la Sociedad, cuando hubieran sobresalido por algún invento ó trabajo de reconocido mérito ; nombra los

socios honorarios; aprueba los balances de la Sociedad y designa de su seno dos personas para aprobar y firmar el acta de la sesión en compañía del presidente y los secretarios. La Asamblea sólo puede resolver los asuntos que le son sometidos y figuran en la orden del día.

Art. 10. — Corresponde también á la Asamblea resolver sobre la medida disciplinaria relativa a la expulsión de socios á que se refiere el artículo 5° del título I, no pudiendo hacerlo sino por mayoría de tres cuartas partes de votos de los socios presentes, cuyo número no debe ser menor de la décima parte de los activos que estén al día en sus relaciones económicas con la Sociedad.

Art. 11. — Las resoluciones de las Asambleas, salvo los casos indicados en los artículos anterior y 13 del título III, se tomarán por simple mayoría de votos de los socios presentes. Las votaciones podrán ser ordinarias, nominales ó secretas. La elección de los miembros de la Junta directiva se hará siempre por cédula secreta; serán también secretas aquellas que á juicio de la Junta directiva puedan afectar personalmente á algún consocio.

TÍTULO III

De la Junta directiva

Art. 12. — La Sociedad será dirigida por una Junta compuesta de un presidente, dos vicepresidentes (1° y 2°) dos secretarios (de actas y de correspondencia), un tesorero, un protesorero, un bibliotecario y ocho vocales.

Art. 13. — La Junta directiva se renueva por mitad cada año en la Asamblea ordinaria de la primera semana de abril; una mitad la constituye á este efecto el presidente, el vicepresidente 2°, el secretario de correspondencia, el protesorero y cuatro vocales; los demás cargos constituyen la otra mitad. Los cargos se votarán por separado. En caso de vacante definitiva de alguno de los cargos de la Junta, la Asamblea designará reemplazante siempre que faltaren más de seis meses para la expiración del mandato correspondiente.

Art. 14. — Ningún socio podrá formar parte de la Junta directiva por más de dos períodos consecutivos.

Art. 15. — La Junta directiva se reunirá tres veces por mes y, además, cuando fuera citada extraordinariamente por el presidente.

Art. 16. — Si la Junta directiva citada por tres veces consecutivas

no pudiera sesionar por falta de número, quedarán cesantes todos aquellos de sus miembros que no hubiesen concurrido ni excusado su inasistencia á ninguna de las tres citaciones; el presidente ó el que lo reemplace citará inmediatamente á la Asamblea para la designación de nuevos miembros.

Art. 17. — Para que sean válidas las resoluciones de la Junta directiva, se requiere, por lo menos, la presencia de cinco de sus miembros, incluso el presidente, y sus decisiones se tomarán por simple mayoría de votos, decidiendo el presidente en caso de empate.

Art. 18. — Son atribuciones de la Junta directiva:

1ª Regir el funcionamiento de la institución;

2ª Hacer cumplir las decisiones tomadas en las Asambleas;

3ª Tomar todas las resoluciones que no siendo atribución de la Asamblea no estén previstas en este reglamento;

4ª Convocar la Sociedad á las sesiones ordinarias y extraordinarias con arreglo al artículo 7º del título II;

5ª Nombrar y suprimir empleados;

6ª Autorizar los gastos que requiere la conservación de los bienes muebles é inmuebles de la Sociedad, teniendo capacidad para adquirirlos, enajenarlos, gravarlos ó constituir sobre ellos derechos reales;

7ª Nombrar todas las comisiones especiales, comités, consejos, etc. que juzgue necesario para cumplir los fines de la asociación;

8ª Nombrar los socios correspondientes, protectores y vitalicios, y aceptar los activos y adherentes conforme á lo estipulado en el inciso *f* del artículo 1º, título I;

9ª Citar á la Asamblea extraordinaria toda vez que crea conveniente someterle algún asunto de interés para la Sociedad ó para la cultura pública.

TÍTULO IV

Del presidente

Art. 19. — El presidente representa á la Sociedad en todos sus actos internos y externos. Sus deberes y atribuciones son:

1º Presidir las Asambleas y las reuniones de la Junta directiva; dirigir las discusiones; proclamar el resultado de los escrutinios en las votaciones. En las Asambleas el presidente sólo tiene voto en caso de empate, y en la Junta directiva tiene el voto propio y el de desempate;

2° Hacer cumplir las resoluciones de las Asambleas y de la Júnta directiva y lo que prescribe el reglamento de la Sociedad;

3° Firmar las actas y autorizar las resoluciones de las Asambleas y de la Junta directiva, los diplomas de los socios y los libramientos sobre el banco oficial depositario;

4° Autorizar el pago de los sueldos y gastos de la Sociedad;

5° Inspeccionar trimestralmente el balance de caja;

6° Transferir, cuando quiera tomar parte en la discusión, la presidencia de la Asamblea, de acuerdo con el artículo 20, á uno de los vicepresidentes, y, en ausencia de éstos, á uno de los vocales;

7° Adoptar, en caso de urgencia, las medidas que considere más convenientes para el mejor servicio de la Sociedad, dando cuenta á la Junta directiva;

8° Dar con la requerida anticipación aviso a la Junta directiva toda vez que deba ausentarse temporalmente;

9° Presentar anualmente á la Asamblea de la primera semana de abril una memoria detallada de la actuación de la Sociedad durante el año transcurrido;

10. Es presidente nato de las subcomisiones que se nombren del seno de la Junta directiva ó de la Sociedad.

Art. 20. — En ausencia del presidente, ejercerá sus funciones uno de los vicepresidentes, y en ausencia de éstos el vocal más antiguo, y entre los de igual antigüedad, el de mayor edad.

TÍTULO V

De los secretarios

Art. 21. — Las atribuciones y deberes del secretario de actas son:

1° Autorizar con su firma la del presidente en todos los actos internos de la Sociedad, y conjuntamente con el secretario de correspondencia en las presentaciones de la Sociedad á los poderes públicos, en los diplomas de los socios y en todas aquellas circunstancias que el presidente lo considere necesario;

2° Redactar las actas de las sesiones de las Asambleas y de la Junta directiva;

3° Dar cuenta á la Asamblea de los trabajos hechos por la Junta directiva;

4° Leer las memorias y documentos presentados, en ausencia de sus autores.

Art. 22. — Las atribuciones y deberes del secretario de correspondencia son:

1° Autorizar con su firma la del presidente en los actos externos de la Sociedad y conjuntamente con el secretario de actas, en los casos expresados en el inciso 1° del artículo anterior;

2° Redactar la correspondencia, notas y documentos de la Sociedad.

Art. 23. — Sin perjuicio de lo que acaba de establecerse, los secretarios se auxiliarán en el desempeño de sus funciones, reemplazándose cuando fuere necesario.

TÍTULO VI

Del tesorero y protesorero

Art. 24. — Las atribuciones y deberes del tesorero, son:

1° Diligenciar el ingreso de las subvenciones y demás créditos que tenga la Sociedad;

2° Cuidar que entren semanalmente á tesorería las sumas que se haya recaudado;

3° Colocar en el banco oficial depositario, á nombre de la Sociedad y á la orden del presidente y tesorero, todo el dinero recaudado, con excepción del que pueda necesitarse para los gastos ordinarios de ésta;

4° Firmar los recibos de las cuotas por cobrar y de las subvenciones. Firmar con el presidente los libramientos al banco, y con éste y los secretarios los libros de la contabilidad;

5° Obtener del cobrador una fianza a satisfacción de la Junta directiva;

6° Pagar personalmente los sueldos y gastos ordenados por el presidente y refrendados por el secretario;

7° Reglamentar la contabilidad de la Sociedad, determinando la forma en que deben llevarse los libros ó hacerse las respectivas anotaciones, inventarios, etc.;

8° Presentar trimestralmente á la Junta directiva un balance de caja y estado de la cobranza, haciendo notar particularmente la falta de cumplimiento por parte de los socios á lo prescripto en el artículo cuarto (título I);

9° Cerrar anualmente los libros de la contabilidad, elevando á la Asamblea, por intermedio del presidente, un balance general del estado de la caja de la Sociedad;

Art. 25. — En ausencia del tesorero, el protesorero le substituye en todas sus atribuciones y deberes.

TÍTULO VII

Del bibliotecario

Art. 26. — El bibliotecario está encargado del fomento y conservación de la biblioteca y archivo de la Sociedad. Sus deberes son:

1° Formar y mantener al día el catálogo de la biblioteca, de las colecciones y del archivo;

2° Promover el adelanto de la biblioteca, en toda forma, proponiendo á la Junta directiva la adquisición de las obras que crea conveniente o que soliciten los socios, etc.

3° Cuidar que las publicaciones periódicas que reciba la Sociedad no sufran interrupción dando cuenta al presidente de cualquiera irregularidad que note.

4° Informar á la Junta directiva sobre la oportunidad de las indicaciones formuladas por los socios á que se refiere el artículo 31 (título IX).

5° Vigilar la correcta encuadernación de las obras formadas por entregas;

6° Proponer á la Junta directiva el canje de los *Anales* con publicaciones que interesen á la Sociedad;

7° Presentar mensualmente un estado de las obras que se hayan adquirido por cualquier medio, dando cuenta de la inversión de los fondos que se le entregue.

TÍTULO VIII

Del gerente

Art. 27. — El gerente es nombrado por la Junta directiva y depende del presidente de la Sociedad.

Art. 28. — Sus deberes y atribuciones son:

1° Asistir al local de la Sociedad todos los días hábiles en las horas que la Junta directiva haya fijado;

2° Vigilar el cumplimiento de las obligaciones de cada uno de los empleados, pudiendo suspenderlos, dando inmediatamente cuenta por escrito al presidente;

3° Proponer á la Junta directiva las variaciones que crea convenientes en el servicio puramente administrativo;

4° Entregar semanalmente al tesorero las sumas recaudadas por cuotas mensuales, de ingreso ú otros créditos que tenga la Sociedad, debiéndole también presentar al fin de cada mes un estado de estas entregas y de los gastos efectuados;

5° Hacer todas las citaciones que se requiera para los fines de la Sociedad;

6° Cumplir los actos de propaganda que se le indique por secretaría;

7° Entregar á los socios los libros de la biblioteca, del modo y forma que el reglamento de ésta lo determine (artículo 30, título IX);

8° Coleccionar los folletos y entregas de las obras periódicas para su encuadernación, lo mismo que las comunicaciones que reciba la Sociedad;

9° Llevar los libros siguientes: copiador para la correspondencia de la Sociedad; los libros de actas, de las cobranzas, de los gastos, etc.; catálogo de la biblioteca, de las colecciones y de las donaciones; índice del archivo; registro general de socios;

10. Presentar al presidente, al fin de cada mes, la planilla de gastos, para que éste ordene su pago;

11. Facilitar á los socios la inspección de los archivos y colecciones;

12. Cuidar del orden é higiene del local de la Sociedad.

Art. 29. — Si para el cargo de gerente fuese designado un socio, éste no podrá percibir sueldo alguno.

TÍTULO IX

De la biblioteca y del archivo

Art. 30. — La biblioteca se regirá por un reglamento interno aprobado por la Junta directiva.

Art. 31. — Los socios podrán inscribir en un libro especial el título

de las obras ó periódicos cuya adquisición crean conveniente para la Sociedad. La Junta directiva es la encargada de valorar la importancia de las obras propuestas y resolver sobre su adquisición.

Art. 32. — Los socios no podrán llevar libros, periódicos, documentos, etc., fuera del local de la Sociedad, sino con las formalidades que establezca el reglamento interno.

Art. 33. — El archivo contendrá las actas de las sesiones, una colección de los *Anales,* las comunicaciones dirigidas á la Sociedad y copia de todos los documentos que emanen de ella.

TÍTULO X

De los Anales

Art. 34. — Los *Anales de la Sociedad Científica Argentina* serán dirigidos por un socio activo elegido por la Junta directiva. Su mandato durará dos años, pero podrá ser reelegido. Será auxiliado en sus funciones por un secretario de redacción, nombrado á su propuesta por la Junta directiva el que terminará su mandato con el del anterior.

Art. 35. — Son deberes del director:

a) Tratar de que la revista ofrezca el mayor interés posible en su fondo y en su forma, dando preferencia á los artículos originales de carácter científico, teórico ó de aplicación, tratando de conseguir la mayor corrección posible en la composición tipográfica, la mayor regularidad en la fecha de su aparición y la mayor variedad posible en el material publicado;

b) Aceptar ó rechazar, sin perjuicio del derecho del interesado á apelar ante la Junta directiva, los trabajos originales é inéditos que se le remita para su publicación; fijar la fecha y el orden en que deban aparecer los aceptados; publicar los materiales que le envíe con dicho objeto la Junta directiva; conceder la tirada aparte á los autores (art. 36), etc.

c) Proponer á la Junta directiva todas las medidas tendientes á la mayor difusión de los *Anales,* á la obtención de fondos para el sostén de los mismos, á la constitución de un núcleo de redactores, etc.;

d) Proponer los empleados que la buena marcha de la revista imponga.

Art. 36. — Los colaboradores de los *Anales* tendrán derecho á cin-

cuenta ejemplares de su respectiva memoria, publicada en tirada aparte.

Art. 37. — El formato de los *Anales* no podrá ser modificado.

Art. 38. — La Junta directiva podrá discernir cada trienio uno ó varios premios honoríficos á las mejores memorias originales que se hayan publicado en los *Anales* durante el mismo, previo informe, en cada caso, de una comisión *ad hoc* nombrada por ella. El premio será entregado en acto público.

TÍTULO XI

De los concursos

Art. 39. — La Junta directiva establecerá concursos anuales, proponiendo los temas que estime convenientes, y acordará en cada caso los premios que correspondan, de acuerdo con el reglamento especial.

TÍTULO XII

De las conferencias

Art. 40. — La Sociedad facilitará su local para la celebración de conferencias, con sujeción á las siguientes cláusulas:

a) Las personas que deseen dar conferencias, sean socios ó no, deberán indicar el título de las mismas al solicitar de la Junta directiva la concesión del local y fijación del día;

b) La Junta directiva resolverá en todos los casos, sin apelación, la admisión de las conferencias;

c) No se admitirá conferencias de carácter sectario, político ó religioso;

d) En caso que un conferenciante faltare subrepticiamente á lo indicado en el inciso anterior, el presidente de la Sociedad podrá suspender la conferencia;

e) Los originales de las conferencias quedarán en la Sociedad, la que podrá publicarlas en sus *Anales*. El conferencista tendrá derecho, en tal caso, á la tirada aparte á que se refiere el artículo 36 título X.

TÍTULO XIII

De las memorias

Art. 41. — Las memorias de carácter científico que sean presentadas á la consideración de la Sociedad por personas extrañas á ella, serán hechas estudiar previamente por la Junta directiva, la que decidirá sobre la oportunidad o conveniencia de su lectura en Asamblea.

TÍTULO XIV

Disposiciones generales

Art. 42. — La cuota mensual que deben abonar los socios activos, á que se refiere el inciso *e*, artículo 1°, título I, es por ahora de cuatro pesos de curso legal y podrá ser modificada directamente por la Junta directiva. Los socios adherentes abonarán una cuota mensual igual á la mitad de la de los activos.

Art. 43. — La Junta directiva, por sí ó por pedido de veinte socios activos, por lo menos, podrá convocar una Asamblea con objeto de modificar estos estatutos. Para su modificación se requiere el voto favorable de socios que representen las tres cuartas partes del número de socios presentes en la Asamblea, y este número de presentes excederá del doble del *quorum* establecido para la primera citación de la Asamblea ordinaria. Si no se alcanzare este número ni en primera, ni en segunda convocatoria se considerarán rechazadas las modificaciones y no se podrá citar á nueva Asamblea para modificar los estatutos hasta el ejercicio siguiente. La Asamblea sólo puede considerar las modificaciones propuestas pero no discutir otras nuevas.

III

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

En la primera Asamblea ordinaria después de la aprobación de estas modificaciones por el gobierno nacional se elegirán por el término de dos años el presidente, el vicepresidente 2°, el secretario de correspondencia y el protesorero y por el de un año los demás miembros de la Junta directiva; en la Asamblea ordinaria siguiente se elegirán por dos años el vicepresidente 1°, el secretario de actas, el tesorero, el bibliotecario y cuatro vocales, y por un año, los demás miembros de la junta. En lo sucesivo regirá sin variación alguna el artículo 13.

Los estudiantes que actualmente son socios activos, y abonan dos pesos mensuales, quedarán en dicho carácter y con la misma cuota hasta que terminen sus estudios, desde cuyo momento pasarán á pagar cuatro pesos mensuales, ó hasta que los abandonen en cuyo caso pasarán á ser socios adherentes.

INTERPRETACIÓN Y REGLAMENTACIÓN

DE ALGUNOS PUNTOS DEL ESTATUTO DADA POR LA JUNTA DIRECTIVA EN SESIÓN DE 18 DE SEPTIEMBRE DE 1916

Art. 1°. — Reglaméntase el artículo primero, inciso *e* del Reglamento vigente de la sociedad, en la siguiente forma:

1° Las personas que deseen ser socios activos de la Sociedad, presentarán una solicitud al presidente consignando en ella su nombre, apellido, nacionalidad, profesión, títulos que posee y domicilio, pudiendo agregar la lista de trabajos que haya ejecutado ó publicado por sí solo ó en colaboración;

2° La solicitud será firmada por dos socios activos de la Sociedad, que justifiquen las afirmaciones del peticionante;

3° La Junta directiva, votará por simple mayoría de miembros presentes la aceptación ó rechazo del peticionante, entendiéndose que la Junta considerará con espíritu liberal los méritos del candidato.

Art. 2°. — Reglaméntase el artículo primero, inciso *f* del Reglamento vigente de la Sociedad, en la siguiente forma:

1° Las personas ó instituciones que deseen ser socios adherentes de la Sociedad, presentarán al presidente una solicitud análoga á la que estipula el artículo anterior para los socios activos, pero sin firmas de socios autorizantes;

2° La Junta directiva decidirá por simple mayoría, la admisión ó rechazo del peticionante, entendiéndose que el rechazo implica causa y el voto fundado de los miembros de la Junta que lo den por el rechazo.

Art. 3°. — Reglaméntase el artículo segundo, inciso 2°, del Reglamento vigente de la Sociedad en la siguiente forma:

1° Los socios podrán utilizar dentro del local social, el material bibliográfico, instrumentos y colecciones de la Sociedad; los pedidos de utilización fuera del local social, serán motivo de resolución especial en cada caso de acuerdo con el reglamento interno especial. En uno y otro caso, el socio es responsable del material que se le facilite y deberá reintegrar su valor estimado por la Junta, en caso de extravío, deterioro ó desgaste visible.

Art. 4°. — Entiéndese por « primera semana de abril », que establecen los artículos 6°, 13 y 19 del Reglamento vigente de la Sociedad los días comprendidos entre el 1° y el 7 de abril, inclusives y por « cinco días después », del mismo artículo 6°, á cinco días hábiles no contados el de la reunión sin *quorum*, ni el de la nueva citación.

Art. 5°. — Entiéndese por « dos períodos consecutivos », del artículo 14, del Reglamento vigente, el término de 4 años ó fracción mayor de 3 años.

Art. 6°. — Las citaciones de la Junta de que trata el artículo 16, se refieren á las tres ordinarias sucesivas, que comprende un período de tiempo de 30 días.

Art. 7°. — Las Asambleas á que se refieren el inciso 3° del artículo 21, son todas las que realice la Sociedad para considerar una determinada orden del día, excepción hecha de la ordinaria de la primer semana de abril.

Art. 8°. — En el mes de renovación de la Junta directiva, el tesorero presentará á la misma, un proyecto de presupuesto de recursos y gastos, para el año social que se inicia, el que será discutido y aprobado por la Junta.

REGLAMENTO DE LOS PREMIOS «AMEGHINO» Y «AGUSTÍN ÁLVAREZ»

Art. 1°. — El premio «Ameghino» se adjudicará al autor del mejor trabajo presentado sobre paleontología, antropología, geología ó etnografía de la República Argentina. Consistirá en una medalla de oro y diploma.

Art. 2°. — El premio «Agustín Álvarez» consistirá en una medalla de oro y diploma, y se acordará al autor del mejor trabajo sobre historia ó sociología argentinas.

Art. 3°. — Estos premios se discernirán anual y alternativamente, es decir, cada uno de ellos se adjudicará cada dos años.

Art. 4°. — En una de las primeras sesiones de cada período anual, la Junta directiva nombrará un jurado especial, formado por cinco miembros de la Sociedad, que estudiará los trabajos presentados y adjudicará el premio.

Art. 5°. — El fallo del jurado será inapelable por los autores.

Art. 6°. — El jurado podrá declarar desiertos los premios.

Art. 7°. — Los trabajos que se presenten serán inéditos. Constarán, como máximum, de 30.000 palabras, y estarán escritos á máquina. Los originales no se devolverán.

Art. 8°. — Los trabajos premiados se publicarán en los *Anales* de la sociedad, y sus autores tendrán derecho á cien ejemplares de aquellos, en tirada aparte.

Art. 9°. — Los trabajos se presentarán sin firma, y se entregarán, contra recibo, en la Sociedad Científica Argentina, hasta el día 15 de mayo de cada año.

Todo trabajo llevará un lema. Éste irá escrito en un sobre cerrado y lacrado, que se entregará júntamente con aquél. El sobre deberá contener un papel en que irán escritos el lema, el nombre del autor y la firma de éste.

Tanto en el trabajo como en el sobre adjunto, se hará constar el premio al cual se aspirare.

Art. 10. — Los premios se entregarán en acto público, el día 28 de julio, aniversario de la fundación de la Sociedad.

MEMORIA ANUAL

DEL PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

CORRESPONDIENTE
AL XLIII° PERÍODO ADMINISTRATIVO (1° DE ABRIL DE 1915 Á 31 DE MARZO DE 1916)
LEÍDA EN LA ASAMBLEA DEL 6 DE ABRIL DE 1916

I

INTRODUCCIÓN

Señores consocios:

La Sociedad Científica Argentina ha tratado de conservar, durante el año de 1915 transcurrido, su valerosa tradición revolucionaria.

Más de cuarenta años lleva ya de existencia y en ellos se ha venido elaborando una historia de iniciativas audaces, fracasadas algunas veces, coronadas de éxito muchas otras y dejando siempre alguna conquista realizada ó alguna obra avanzada ó concluída.

A dos años de organizada la Sociedad, en 1874, hubo de construir un nuevo mapa de la provincia de Buenos Aires; inició y realizó con éxito diferentes perforaciones en el territorio de la provincia, con el apoyo del gobierno de Casares y su ministro del Valle, en 1875; determinó en 1876 el nivel de aguas bajas del río de la Plata; crea el mismo año un museo que alcanza á formar una valiosa colección; realiza un concurso científico de positivo interés nacional y una exposición en 1875, que fueron ambos, una sacudida para la incipiente ciencia é industria nacionales. Así se fundó la tradición, que he llamado revolucionaria, de la Sociedad Científica Argentina.

Más tarde, cuando patrocinó la expedición del doctor F. P. Moreno

al interior de la Patagonia, cuando fundó los *Anales* de la Sociedad que han llegado al tomo LXXX de su serie, cuando realiza su segundo concurso y exposición de 1876, científica, industrial y de bellas artes, cuando asesoraba al gobierno de Buenos Aires, cuando crea en sus salones el curso de arquitectura y dibujo suprimido en la universidad por las angustias financieras de entonces, cuando patrocina la exploración Lista á la Patagonia y obtiene para ella pesos 10.000 del gobierno nacional, cuando inicia las conversaciones científicas que tantos problemas tocaron de interés técnico para el país, cuando proyectó en fin el Congreso científico internacional sudamericano de antropología y arqueología en 1877, para no apartarnos de los primeros años de existencia de la Sociedad, ésta se levanta por encima del medio que la ha creado para devolver á la nación, multiplicado, el esfuerzo de aceptarla y sostenerla.

Cada uno de los propósitos de aquella hora, de la Sociedad Científica Argentina, debía mirarse como una novedad eminente y como una obra revolucionaria, pues la Sociedad sin temor al fracaso y siempre serena y confiada, afrontaba las empresas más aventuradas de esa hora, en el orden científico é industrial.

Mucho han cambiado los tiempos desde entonces; mucho han crecido el estado que la protegiera y utilizara y la sociedad que la viera nacer; mucho se ha desarrollado la ciencia nacional, cultivada ahora por institutos numerosos y bien dotados: las oficinas públicas han alcanzado una organización eficiente, las universidades han poblado el país de profesionales y estudiosos distinguidos y el número, siempre creciente, de los especialistas y hombres de labor, ha dispersado en agrupaciones menores á los hombres de pensamiento que reunía otrora con exclusividad la Sociedad Científica Argentina.

El centro casi único de toda actividad científica en el país, ha dado nacimiento á numerosas asociaciones prósperas y eficaces y de su fecundo seno se han ido desprendiendo, como el de una madre generosa, todas las instituciones llegadas á su mayoría de edad y capaces de desenvolverse lejos del abrigo materno.

Y á medida que cada una de sus ramas ha salido á crear su centro de concurrencia fuera de la casa antigua, la función de la Sociedad Científica Argentina, se ha venido condensando hacia una dirección encumbrada, como se levanta el prestigio y la función de la madre, cuando el hijo adquiere relieve público y respeto general y la Sociedad alcanzará así á ser asiento de la filosofía de la ciencia, de la ciencia filosófica y de los problemas nacionales de cultura pública.

Y cuando parecía que su razón de ser se desvanecía, la vemos iniciar los congresos científicos latinoamericanos, transformados luego en panamericanos y en serie que ya no se interrumpe; llevar a cabo la expedición científica al Iberá; concurrir con éxito lisonjero á la celebración del centenario de Mayo; y tomar las iniciativas recientes en el orden científico, en el orden didáctico y en el de asociación de los estudiosos.

Su congreso internacional del año 10 parecía un paso más para incorporar el nombre de la Argentina al movimiento científico universal, y no habría sido el último, ciertamente, si la crudelísima guerra no se hubiera desencadenado sobre las históricas campiñas europeas, sembrándolas de ruinas y desesperanzas, cuando parecíamos encaminados á mirarnos en un esfuerzo universal y homogéneo. Los estados en que se dividía la humanidad, han destruido hoy la esperanza de convertir la humanidad en un estado, y las voluntades y las fuerzas en juego, han eliminado de la vida presente, los problemas que la preocupaban, para substituirlos por el único y universal de la organización misma de la humanidad; y la anterior solidaridad humana, sólo ha servido hasta ahora para herirnos en un común duelo, ante la bárbara catástrofe.

Estamos en la hora del silencio, y nada podemos hacer, que no sea poner la voluntad en no debilitar el esfuerzo, y á éste, concentrarlo hacia el bien común y á la prosperidad de la patria.

La Sociedad ha abolido las fiestas de su seno y puesto la mirada en problemas más profundos, porque ha creído que la obra urgente por realizar era, la de educación pública; la de la comunión de la voluntades y acercamiento de los hombres; y la de volver las miradas á la ciencia, para entonar de este modo el espíritu, dirigiéndolo hacia puros ideales, que constituyen para los pueblos, las armas mejor dirigidas y más poderosas. Sólo son invencibles y constructores los pueblos á quienes anima la fuerza mística de un ideal elevado.

Para realizar aquellos tres propósitos primeros la Sociedad ha proyectado tres instituciones: la Organización didáctica de Buenos Aires; la Academia de la Sociedad Científica Argentina; y la Asociación argentina para el adelanto de la ciencia. Y fundada en la razón económica que dirige las grandes empresas humanas, ha buscado para cada una de dichas instituciones, una posibilidad de realización, capaz de crearle la autonomía financiera, indispensable para su buen funcionamiento.

Estos proyectos os son conocidos y podrán ó no alcanzar realización, según el empeño con que se los lleve adelante y la protección que el

medio quiera dispensarles, pero con todo quedarán ahí como una de tantas iniciativas de la Sociedad, para llenar los fines de su creación y los que el trascurso de los tiempos le señalan.

Dos iniciativas interesantes y análogas se abandonaron en el año 1915 que ha terminado, ambas destinadas, con otras en realización, á concurrir al centenario de la jura de la independencia nacional: la de escribir la historia del movimiento científico argentino en todas las ramas del saber humano durante el siglo de vida independiente; y la de organizar una exposición bibliográfica argentina que permitiese reunir todas las piezas publicadas en el país ó publicadas por autores argentinos en el extranjero en el mismo espacio de cien años.

La proximidad del centenario de la independencia no permitió realizarlas por la falta material de tiempo, pero son un mandato que la Sociedad se señala para más adelante, cuando no esté solicitada por labores tan premiosas, ó acaso para festejar su quincuagésimo aniversario, ya próximo. La primera idea era de singular trascendencia: nacida en uno de los períodos anteriores, había contado para su realización con el concurso de diversas sociedades é instituciones del país, y si su realización no se hubiera interrumpido por algún tiempo, seguramente habría alcanzado á dejar una documentación valiosísima para el estudio de un período histórico lleno de luz y de sombras, á la vez, como es el que se cierra en este año, y que, al través de tantas vicisitudes, ha construído los asombrosos progresos materiales y espirituales del país, y que le abren para un futuro más ó menos mediato, tan gratas y alentadoras perspectivas.

La exposición bibliográfica tendía á reunir en un solo punto la numerosa producción científica y literaria del país, en los cien años, hoy dispersa en tantas bibliotecas públicas y privadas y por todos los ámbitos del país, desconocida en mucha parte, por estar fuera del alcance de los interesados en consultarla y difundirla, ó conocida por simples referencias ó recuerdos; la Sociedad al reunir y centralizar ese enorme material bibliográfico, habría logrado revivir el interés por mucho trabajo de valor, poco conocido, y habría reparado del olvido á mucho otro, realizando una obra justiciera y útil á la vez.

Entro ahora, señores, á daros cuenta detallada de la obra realizada por la Sociedad en el XLIII° período administrativo 1° de abril de 1915 - 31 de marzo de 1916.

II

ASAMBLEAS

Durante el período terminado se celebraron tres asambleas generales; la ordinaria en que fué leída y aprobada la Memoria anual presentada por el presidente doctor Lavalle, correspondiente al XLII° período administrativo, y en la que se eligiera la actual Junta directiva que ha terminado su mandato el 31 de marzo, y dos extraordinarias en las que fué considerado y tratado un proyecto de reformas al reglamento social, elevado al superior gobierno de la Nación para su aprobación.

Este proyecto presentado por un grupo de socios y examinado atentamente por la Junta directiva, contiene un propósito fundamental, el de prolongar el período de los diversos cargos de la Sociedad á dos años, de modo que con él queda alterada la práctica de que los miembros de la Junta que ocupaban cargos directivos durante un año pasaran al siguiente á ser vocales. En lo sucesivo, pues, en un año de labor los miembros de la Junta podrán realizar trabajos preparatorios y en el otro de ejecución y se evita con ello que algunas iniciativas adoptadas al final de un período se encuentren con el cambio de autoridades en el momento de la realización. Puede decirse, sin embargo, que desde mucho tiempo atrás la labor de la Junta es continua, y sería difícil advertir de un año á otro el cambio de dirección, con la, en otros casos, consiguiente alteración de la línea de marcha.

La Sociedad ha alcanzado de todas maneras, no ya la estabilidad de sus propósitos, que tiene adquirida de antiguo, sino de su labor, al través del cambio de los hombres y de los tiempos y al través, sobre todo, de las conquistas que la república realiza en el orden científico, didáctico y político. En realidad, pues, la reforma del estatuto viene casi á convertir en un perfeccionamiento de la legislación social, lo que era un hecho adquirido en el trabajo de sus juntas directivas, ejecutivas ó iniciadoras según aparecieran en su cartera muchas ó pocas resoluciones que cumplir ó propósitos ya sancionados que realizar.

Estas asambleas fueron muy poco concurridas, al extremo que ninguna pudo realizarse en primera convocatoria, lo cual no por ser un hecho repetido desde años atrás, deja de ejercer su influencia en nuestra Sociedad. En otros tiempos, la Junta sometía á las asambleas casi todos sus grandes problemas y éstas se reunían con *quorum* abun-

dante, llegando á veces á comprender la casi totalidad de los asociados; hoy no fuera posible llegar á tanto, y así la asamblea ha llegado á perder su alta función, de cuerpo de consulta y director, que ha debido ejercer la Junta directiva. Tan lamentable como es, este mal, no parece tener cura por el momento y cabe hacer votos porque sus efectos se vayan, siquiera sea, atenuando lentamente.

III

JUNTA DIRECTIVA

En la asamblea del 12 de abril de 1915 quedó constituída la Junta directiva en la siguiente forma:

Presidente: Ingeniero Nicolás Besio Moreno.

Vicepresidente 1°: Ingeniero Alberto D. Otamendi.

Vicepresidente 2°: Doctor Guillermo Schaefer.

Secretario de actas: Ingeniero Pedro A. Rossell Soler.

Secretario de correspondencia: Señor José M. Orús.

Tesorero: Ingeniero Juan José Carabelli.

Protesorero: Ingeniero Emilio Mallol.

Bibliotecario: Profesor José T. Ojeda.

Vocales: Ingeniero Eduardo Huergo, doctor Claro C. Dassen, doctor Luciano P. J. Palet, ingeniero Anecto J. Bosisio, ingeniero Benno J. Schnack, arquitecto Raúl G. Pasman, ingeniero Enrique Butty, doctor Juan B. González.

Así constituída, ha funcionado hasta la fecha, celebrando 30 sesiones ordinarias y 10 extraordinarias.

La Junta ha tomado diversas iniciativas de importancia tendientes á promover el estudio y difundir sus frutos, fomentando el desarrollo de las ciencias y sus aplicaciones, fines que persigue nuestra asociación. Helas aquí:

Academia de la Sociedad Científica Argentina. — Fué instituída con objeto de agrupar los socios en secciones de estudio á fin de acercar las personas que se dediquen á la misma rama de la ciencia, de provocar la presentación y discusión de trabajos, en una palabra, el intercambio de conocimientos, fundamento indispensable para el desarrollo de la ciencia y de la cultura. Por otra parte, será también manera de estrechar el vínculo de asociación, lo cual redundará en beneficio de todos.

No creo necesario exponer el programa de la Academia. Todos los señores socios lo conocen pues fué distribuído en oportunidad, sólo me resta solicitar á los que aun no se han inscrito, quieran hacerlo, á fin de que la Junta directiva que nos ha de suceder, pueda iniciar á la brevedad posible los trabajos de organización.

Organización didáctica de Buenos Aires. — Los fines que ha perseguido la Sociedad con la institución mencionada son de cultura pública y el propósito auxiliar al estado en este orden de actividades.

Estaría formada por los profesores de las Universidades de Buenos Aires y La Plata y por los de los dos últimos años de los Colegios nacionales, los que deberían dar repeticiones públicas de sus cursos ó de temas aislados en el local de la Sociedad ó en otro apropiado cuyas conferencias serían también publicadas en los *Anales* ó en otra revista especial. De este modo se aumentarían considerablemente los beneficios de la enseñanza oficial, poniéndola al alcance de todo aquél que, por una ú otra causa, no pueda concurrir á las aulas.

Esta Organización, quedará en condiciones de entrar á funcionar antes de mucho si el concurso público la secunda como es de desear.

Asociación argentina para el adelanto de las ciencias. — La Sociedad crea con esta Asociación una nueva entidad destinada á fomentar las investigaciones científicas por la adquisición é impresión de obras; la instalación de laboratorios, talleres ó museos de investigaciones; la organización de congresos, conferencias y exploraciones; la ejecución de investigaciones científicas ó industriales y el sostenimiento de gabinetes de trabajo, públicos ó privados, facilitando el dinero necesario para empresas científicas á los que se consideren capacitados para realizarlas.

Tanto esta Asociación, como la anterior Organización obtendrán los fondos necesarios para su funcionamiento, de los donativos y de la subscripción pública.

Conmemoración del Centenario de la Independencia. — Estaba ya resuelto, y era, por otra parte obligado, que la Sociedad tomara parte en los festejos conmemorativos de la declaración de la independencia nacional. Con este objeto resolvióse:

1° Publicar un número extraordinario de los *Anales*;

2° Organizar una velada pública ó una recepción;

3° Celebrar un congreso científico.

Para el número de los *Anales* se solicitó la colaboración de numerosos consocios, muchos de los cuales ya han respondido aceptando la invitación é indicando que están preparando el trabajo : será encabezado por la historia de la Sociedad Científica Argentina.

En cuanto al Congreso científico, la Junta nombró una Comisión central compuesta por los señores ingeniero Eduardo Huergo, presidente del Centro nacional de ingenieros ; doctor Marcial R. Candioti, presidente del Directorio de obras sanitarias de la Nación ; doctor Fracisco P. Lavalle, ex presidente de esta Sociedad ; doctor Juan B. González, vocal de la Junta directiva, la cual presidida por el presidente de la Junta celebró numerosas sesiones, y dió forma al proyecto. Como la Sociedad no contaba con fondos suficientes para llevar á cabo la iniciativa, se solicitó del gobierno la inclusión de tal Congreso entre los números oficiales de los festejos.

El gobierno de la Nación resolvió incluirlo en el proyectado Congreso de ciencias sociales por verificarse en Tucumán en julio del corriente año, congreso organizado por el Ministerio de instrucción pública.

El programa de la Sociedad Científica constituiría las divisiones técnicas de ese congreso y la Comisión central en virtud de facultades acordadas, organizó cinco secciones : Vías de comunicación, Ingeniería sanitaria, Riego, Temas diversos de ingeniería é Higiene que en oportunidad (octubre) fueron sometidas á la aprobación del Ministerio citado á fin de comenzar en seguida los trabajos de propaganda.

Sin embargo á pesar de transcurrir los días y de celebrarse numerosas entrevistas con el Ministro de instrucción pública, aun no ha llegado la comunicación oficial de esa aprobación lo que no ha permitido realizar ningún trabajo más, después de la preparación del programa de las secciones indicadas.

Publicación de los trabajos del Congreso científico internacional americano. — Había sido deseo de la Junta adelantar en esta labor y al efecto aprovechando el voto de la suma de 15.000 pesos que el Senado nacional hiciera el año anterior, partida que no había sido aprobada por la Cámara de diputados, se decidió recabar de ese cuerpo su inclusión en el presupuesto para el corriente año, gestión que fué coronada por el éxito, merced en gran parte á la diligencia de nuestro ex presidente ingeniero Santiago E. Barabino, aunque reduciéndose esa suma á 10.000 pesos. Sin embargo como en último momento no se aprobó el presupuesto preparado sino que se puso en vigencia para 1916 el de 1915, quedó la Sociedad en la imposibilidad de imprimir

nuevos volúmenes. Ello no obstante, la Comisión encargada de la publicación mencionada, ha adelantado en la tarea de preparar el material.

Aparte de ésto, recibió impreso el importante trabajo de los señores Jakob y Onelli, *Atlas del cerebro de los mamíferos,* presentado á aquel Congreso. La impresión fué de 400 ejemplares, de los cuales 224 recibió esta Sociedad, que decidió enviar á algunas instituciones científicas, poniendo en venta los restantes.

Congreso científico de Washington. — Con motivo de celebrarse el V° Congreso científico (II Panamericano), en Washington del 28 de diciembre de 1915 al 8 de enero de 1916, quinto certamen de la serie que tan felizmente iniciara esta Sociedad en 1898, la Junta directiva tomó á su cargo la propaganda en el país, y al efecto, recabó del señor Ministro argentino en aquella capital, doctor Rómulo S. Naón, los programas y folletos, que fueron traducidos, impresos y distribuídos profusamente, á fin de que la celebración de ese Congreso, llegara á conocimiento de las personas estudiosas de la república y les permitiera representarla en forma digna.

En esta tarea de propaganda, cooperaron á su vez otras asociaciones, en especial la Vinculación de diplomados universitarios.

Respondiendo á la invitación del gobierno de los Estados Unidos, bajo cuyos auspicios se celebró el Congreso, de que la Sociedad enviara delegados, fueron designados con ese carácter los señores socios doctor Juan B. Ambrosetti, ingeniero Agustín Mercau, doctor Cristóbal M. Hicken é ingeniero Iberio San Román, quienes supieron desempeñarse en la forma brillante que todos sabemos.

Esos señores delegados fueron portadores de varios trabajos recibidos en la Sociedad para su remisión al Congreso; sólo es de lamentar la índole impresa al certamen por sus organizadores, que desviaron por completo al carácter de los celebrados anteriormente, en esta capital (1898), en Montevideo (1901), en Río de Janeiro (1905) y en Santiago de Chile (1908-9). La Junta directiva considerando esta circunstancia, que impidió á muchos estudiosos presentar trabajos cuyos temas no tenían cabida en el Congreso, remitió en oportunidad á la Comisión organizadora del mismo, una nota, recordando las ventajas positivas de que los congresos científicos americanos, tengan alcance para todas las ramas de la ciencia, y para las ciencias puras en primer lugar.

Aun no se ha recibido ninguna respuesta, ni los delegados han pre-

sentado los informes de su misión; lo único que puedo manifestar es que la Comisión organizadora del Congreso se ha dirigido á esta Sociedad recabando el envío de los folletos, documentos y publicaciones del Congreso que organizó y llevó á cabo en 1898.

IV

ANALES DE LA SOCIEDAD

La publicación de nuestros *Anales* ha continuado á cargo del doctor Horacio Damianovich, que fué reelecto por la Junta para un nuevo período.

El número más reciente aparecido es el que corresponde á los meses de noviembre y diciembre del año próximo pasado, estando en prensa y próximo á aparecer el número de enero y febrero del corriente año, último del presente período administrativo.

La tirada mensual ha continuado siendo de 900 ejemplares.

Han contribuído á su publicación con trabajos los señores Jacobo J. Laub, Angel Pérez, Hipólito B. Puysségur, Atilio A. Bado, Ana Manganaro, Luis Manuel Lejeune, M. Perrotet des Pins, José S. Corti, Francisco P. Lavalle, Urbano Mialock, Martiniano Leguizamón Pondal, Jean Brèthes, Camilo Meyer, Humberto Julio Paoli, C. D. Perrine, Luis Guglialmelli, Luciano P. J. Palet, Demetrio Crinin, Roberto Lehmann-Nitsche, etc.

Los *Anales* continúan ocupando un primer puesto entre las publicaciones científicas del país, por lo selecto de los artículos que comprende y por lo cuidado de su impresión. Es conocido el prestigio exterior de los *Anales*, y su importancia se acrecentaría cada vez más, si la Sociedad dispusiera de los medios necesarios para aumentar el número de pliegos, que constituyen las entregas mensuales, y la tirada actual. Una y otra circunstancia no permiten dar cabida al importante material que podría acoger en sus páginas, consiguiendo hacer con ello más variado el índice de cada número y estimular de un modo más general la producción científica argentina, y á la vez no permiten extender el canje, lo que tendría como primer resultado, poblar más aún nuestra mesa de revistas y enriquecer constantemente la biblioteca, con trabajos novísimos, satisfaciendo, al propio tiempo, los pedidos frecuentes que llegan de bibliotecas públicas y populares del país, ó de algunos institutos que ni la pueden adquirir por canje, ni

por compra directa. Así la situación económica de la Sociedad — problema perenne de su funcionamiento — no le permite difundir los beneficios de su publicación en la forma que debe constituir su propósito más acariciado.

Durante el período social que acaba de fenecer, los *Anales* han publicado el volumen LXXX de su serie. Iniciados con el mes de enero de 1876 los *Anales* han venido apareciendo con mayor ó menor regularidad en concordancia con las agitaciones públicas de la política nacional, nunca suficientemente graves para que el movimiento científico local, se resintiera de un modo profundo ó duradero. En el LXXX de su serie, los *Anales* conservan el lugar prominente que tuvieron al nacer; pero justo es decir que ello no se ha logrado sin la dedicación sucesiva y patriótica de diversos consocios, cuyo paso al frente de la publicación ha quedado indeleblemente marcado. Ninguna labor en la Sociedad, requiere, acaso, una preocupación más intensa que los *Anales* pues su honrosa tradición exige una vigilancia activa á fin de que los artículos de tan variada naturaleza que en ellos aparecen, se conserven dentro del cuadro que corresponde al valor que la publicación tiene ganado.

El índice de los *Anales,* después del trabajo valioso y desinteresado del doctor Juan Valentin, que llega hasta el año 1895 inclusive, según es conocido por la publicación correspondiente, ha sido luego continuado con igual desinterés por el señor Ezio Colombo, bibliotecario de la Facultad de ciencias de Buenos Aires, hasta el año 1910 inclusive, trabajo este último que se halla inédito en la Sociedad, pero se utiliza en la consulta, por los socios que acuden á la casa en demanda de información.

También se encuentra inédita en la Sociedad la catalogación completa de los trabajos contenidos en los *Anales* hecha por la Sociedad misma, y de acuerdo con el sistema decimal de clasificación del instituto internacional de Bruselas; esta clasificación alcanza al año 1911. Actualmente lo revisa cuidadosamente el ingeniero Emilio Rebuelto.

Estos dos últimos índices no han sido aún publicados por falta de recursos, tanto más sensible en estos momentos de crisis económica é internacional, á pesar de los buenos deseos de la Junta directiva, que considera indispensable hacer conocer estas obras, y facilitar la consulta é investigación de su revista.

En los archivos de la Sociedad existen actualmente 15 colecciones completas de *Anales* y se cree posible aumentar su número, en alguna más, habiéndose para ello iniciado algunas gestiones extraoficiales.

V

BIBLIOTECA Y ARCHIVO

En la biblioteca, se ha continuado la obra de catalogación de los volúmenes, trabajo que á la fecha está casi terminado cuyo, número alcanza actualmente á 11.603 sin contar las piezas repetidas, ni los ejemplares de las obras publicadas por la Sociedad. Se ha encuadernado 627 volúmenes y revistas á cuyo efecto se invertió la suma de pesos 1000 moneda nacional en el año; la adquisición de obras nuevas no ha podido hacerse en la medida que fuera de desear siempre por razones pecuniarias. Sin embargo se han enviado á la Biblioteca importantes trabajos y al efecto mencionaré:

Estudios de degeneración y regeneración del sistema nervioso, por Ramón y Cajal.

Costruzione antisismiche, por Maciani Genvese.

Costruzione, transformazione ed ampramento delle città, por A. Caccia.

La vida y su evolución filogenética.

Manual del entomólogo.

La importancia de los hallazgos paleontológicos de Chapadmalal (Miramar), por el teniente coronel Antonio A. Romero.

Anturios ecuatorianos, por el P. Sodiro.

Geometría descriptiva, por Virgilio Rafinetti.

Sinópsis histórica de la Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales de Buenos Aires y de la enseñanza de las matemáticas y la física en la Argentina, por Nicolás Besio Moreno.

Varios opúsculos y memorias de los señores doctor Gregorio Aráoz Alfaro, ingeniero Enrique Butty, ingeniero Eduardo Volpatti, etc.

Reciban todos los que han enviado trabajos á esta biblioteca las gracias más expresivas por sus donaciones.

Respecto a publicaciones y revistas, se ha reanudado la subscripción de las que edita el « Congrès de la route », y por haber aumentado el canje establecido con las siguientes :

Publicaciones científicas de la Facultad de ciencias físicas, matemáticas y astronómicas, de La Plata.

Proceedings of the natural academy of sciences (*Smithsonian institution*), aparecidos el año pasado.

Cleveland engineering society.

The Ohio journal of sciences (de la Universidad de Ohio. E. U.).

Revista del centro estudiantes de derecho (Buenos Aires).

Los envíos al exterior por parte de la Sociedad habían sido suspendidos en el período anterior por la irregularidad de los servicios postales, motivada por la guerra, pero como algunas de las instituciones con las cuales se mantiene canje, solicitara la reanudación de éste, se resolvió acceder á todos los pedidos que se recibieran en ese sentido.

El archivo de la Sociedad se lleva con orden y cuidado. Desgraciadamente, no ha podido continuarse la publicación de su revista, que iniciara gentilmente en 1891 el señor Marcial R. Candioti, comprendiendo el período que corre desde la fundación de la sociedad en 1872 hasta el año 1878 inclusive, en el que ha quedado interrumpida esta obra tan interesante.

VI

LABOR ADMINISTRATIVA É INTERNA

La Junta directiva adoptó otras varias resoluciones, de las que paso á informaros.

Congreso de ingeniería de San Francisco. — La Sociedad se adhirió al congreso de ingeniería celebrado en San Francisco (California) conmemorando la apertura del canal de Panamá. Nombró delegado al ingeniero Horacio Anasagasti y se subscribió a la serie completa de las publicaciones que el congreso editara, habiéndose recibido poco ha el primer tomo relativo á *Ingeniería mecánica.*

Homenaje al ingeniero Huergo. — La comisión formada por los señores: general Pablo Riccheri, doctor Angel Gallardo é ingeniero Santiago E. Barabino, designada por el Congreso científico internacional americano para hacer fundir la placa destinada al sepulcro del que fué su presidente, el ingeniero Luis A. Huergo, terminó su cometido y en consecuencia correspondióle á la Junta directiva llevar á cabo la colocación de dicha placa, acto que se realizó el 25 de julio, aniversario de la clausura del mencionado Congreso, haciendo uso de la palabra el presidente de la Sociedad y el ingeniero Santiago E. Barabino. Fué esta la última honra de las acordadas al primer presidente de la

Sociedad, á su socio honorario y al presidente distinguidísimo de aquel Congreso.

Homenaje á Ameghino. — Cumpliendo el cometido que se ha impuesto esta institución de rendir tributo á la memoria del gran naturalista, se nombró una mesa ejecutiva formada por los señores: ingeniero Vicente Castro, coronel ingeniero Arturo M. Lugones y doctor Juan B. González para que se dedicara exclusivamente al asunto. Esta mesa designó como secretario general al profesor José T. Ojeda.

Esta comisión celebró frecuentes sesiones organizando los trabajos de difusión del nombre y la obra de Florentino Ameghino; recibió las listas é importes correspondientes de la subscripción para levantar el monumento, y realizó algunas gestiones tendientes á conseguir el comienzo de la construcción del edificio del Museo de historia natural de Buenos Aires, porque en él ha de colocarse el monumento mencionado, y porque será ello el mejor modo de honrar al sabio naturalista.

En cuanto á la conmemoración del aniversario de la muerte del sabio, la Sociedad organizó una velada de homenaje que se realizó el 6 de agosto en el local social abriendo el acto el presidente de la institución y la cual dió ocasión al doctor Angel Gallardo para pronunciar una hermosa disertación, sobre la obra científica de Ameghino.

Los trabajos realizados por la Mesa ejecutiva están consignados en el informe que se agrega al final de esta memoria.

Homenaje al doctor Holmberg. — Cumpliendo la resolución de la Junta directiva anterior, de hacer entrega en acto público del diploma de socio honorario al doctor Eduardo L. Holmberg, distinción conferida con motivo de su retiro de la cátedra, se organizó una velada pública en la que cooperaron la Sociedad argentina de ciencias naturales, la Sociedad química argentina, la Asociación nacional del profesorado, el Centro estudiantes de ingeniería, la Sociedad luz, un Comité de la Escuela normal número 1, la Sociedad forestal argentina y el Centro nacional de ingenieros agrónomos. La velada, que se realizó el 29 de septiembre en el Prince Georg's Hall, fué una grandiosa manifestación de homenaje al sabio y al profesor, haciendo uso de la palabra en nombre de la Sociedad, su presidente y los socios señores Cristóbal M. Hicken y Leopoldo Lugones.

Homenaje al doctor Agustín Álvarez. — Organizado por la biblioteca que lleva su nombre, se llevó a cabo el 20 de febrero pasado en el ce-

menterio de la Recoleta. La Junta directiva adhirióse al acto, para lo cual se constituyó toda ella en comisión, creyéndose obligada á concurrir al homenaje de este eminente filósofo, que tan brillante actuación tuviera en los últimos tiempos en la presidencia de la Sociedad, y que motivara en 1913 la adhesión principal de ésta al acto público en que se honrara la memoria del esclarecido ciudadano.

Reglamentación de los premios Ameghino y Agustín Álvarez. — Estos premios creados á raíz del fallecimiento de los distinguidos consocios cuyo nombre llevan, han sido objeto de una reglamentación que se publicó en los *Anales.*

Otras medidas adoptadas. — Entre las demás resoluciones é iniciativas de la Junta que debo mencionar están:

La adhesión al homenaje á Cervantes, organizado por la Asociación nacional del profesorado secundario, á cuyo objeto nombró representante de la Sociedad al señor secretario de correspondencia, don José M. Orús;

Adherirse á los actos de la comisión permanente de homenaje pro España á que fuera invitada.

La adhesión á la fiesta del árbol, concurso que fué solicitado por la Sociedad forestal argentina y al que se accedió, invitando á los socios á concurrir á los actos correspondientes;

Adherirse á los festejos con que la Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales de Buenos Aires, recordaba el 50° aniversario de su fundación, dada la íntima vinculación que siempre ha existido entre ese establecimiento y esta Sociedad. Como esos festejos fueron suspendidos en último momento, la Sociedad envió una nota de saludo al hogar intelectual de la mayoría de nuestros consocios;

Cooperar á la subscripción nacional pro monumento á Sarmiento en la ciudad de Boston.

En cuanto á las resoluciones de *orden interno y administrativo* se nombró una Comisión de congresos con encargo de llevar cuenta é informar á la Junta de todo los referente á congresos en los que pudiera participar la Sociedad. Constituyen esa comisión los señores ingenieros Enrique Butty, Juan José Carabelli y Pedro A. Rossell Soler;

Se nombró una Comisión revisora de cuentas que examinó y aprobó todos los balances de tesorería y aconsejó se adoptaran algunas resoluciones de mejor administración. La constituían los señores ingenieros Alberto D. Otamendi, Eduardo Huergo y profesor José T. Ojeda;

Se autorizó al bibliotecario á invertir hasta la suma de un mil pesos en encuadernación de obras de la biblioteca social;

El local social fué cedido en diversas ocasiones, ya para dar en él conferencias, ya para celebrar reuniones. Las instituciones que lo ocuparon fueron: *Centro estudiantil Ameghino ; La liga nacional de educación ; Agrupación tribuna femenina* patrocinando una conferencia del doctor Augusto Bunge sobre «Trabajo de la mujer y del niño» y el *Ateneo popular* para celebrar una reunión á fin de convenir la mejor forma de rendir tributo á la memoria de la señorita Raquel Camaña;

Se resolvió también colocar en el local el retrato del ingeniero Luis A. Viglione, ex presidente de la Sociedad y á quien se debe que ésta tenga edificio propio;

Se gestionó y obtuvo por parte de la Intendencia municipal de la capital la construcción gratuita de la vereda del frente del edificio social.

Conferencias. — Fué una preocupación de la Junta directiva obtener que se dieran en los salones sociales, algunas conferencias de interés general y siguiendo el surco abierto por el esclarecido presidente de la Sociedad en 1912, doctor Agustín Álvarez, se pensó en organizarlas con un propósito de alta filosofía práctica como fueran las conferencias de aquél sobre « La creación del mundo moral ».

Desde tales puntos de vista, un tema se hacía trascendental, después que la gran guerra europea había marcado con precisión, la tendencia especialísima de la civilización contemporánea, en los grandes estados europeos. El nacionalismo, convertido en todos ellos como el eje y objetivo único de la política de cada pueblo, se había marcado con tendencias señaladamente diferenciales, que habían de dar al gigantesco conflicto en que bajaron á ventilarlas, las proporciones extraordinarias que ha asumido, y que no permiten divisar su terminación, después de año y medio de bárbara y sangrientísima lucha.

El nacionalismo, si ha de serlo, es excluyente : esté basado en el respeto de la dignidad humana ; ó en el estado, como suprema razón, su finalidad, resultaría siempre la exclusión más ó menos total, pero sistemática, del extranjero. Había pues que pensar en el nuestro y esto dió origen á que se proyectara un ciclo de conferencias con el siguiente tema : « Dirección espiritual de la cultura argentina ; principios filosóficos que la fundamentan », que había de ser desarrollado por los hombres de pensamiento más distinguidos del país : Joaquín

González, Rodolfo Rivarola, Leopoldo Lugones, Carlos Ibarguren, Ricardo Rojas, Héctor Quesada, José Ingenieros, Estanislao S. Zeballos, Carlos Melo, Norberto Piñero.

Empero, la activa lucha política que caraterizará de un modo singular al año de 1915 y á este de 1916, no permitió, á varios de los señalados consocios, concurrir á un propósito que todos habían aceptado con patriótico agrado, y en el temor de que el ciclo de conferencias resultase trunco, ó no presentase en todas sus fases el tema especificado, se resolvió postergar para más adelante la iniciación de esta especie de certamen, ya que este mismo año 1916, del centenario de la independencia nacional, nos presentará trabajos premiosos é inmediatos, que absorberán el tiempo de todos los argentinos.

VII

MOVIMIENTO DE SECRETARÍA Y TESORERÍA

Socios activos y adherentes. — El movimiento de socios ha sido el siguiente: el número de socios activos en 31 de marzo de 1915 era de 507 y el de adherentes 5. Han ingresado durante el período 25 socios activos y 24 adherentes, y han salido 14 activos, quedando en consecuencia, en 31 de marzo del 1916, 518 socios activos y 29 socios adherentes, lo que forma un total de 547 socios, de los cuales 157 figuran como ausentes, quedando en ejercicio 361 socios activos y 29 adherentes.

La Sociedad ha tenido que lamentar el fallecimiento de los socios ingeniero Enrique Dorado, doctor Luis M. Lejeune é ingeniero Antonio Retes.

He aquí la nómina de los socios activos ingresados en el año: Profesor José Bolfo, ingeniero Mario A. Fontana Company, señor Leopoldo Lugones, doctor Guillermo Zorraquín, doctor Nicanor A. de Elía, doctor Francisco C. Arrillaga, doctor Osmán Moyano, doctor Luis Méndez Calzada, ingeniero Silvio Lanfranco, doctor Pedro J. Mésigos, señor Carlos Gutiérrez, doctor Juan E. Anchorena, ingeniero Raúl E. Dubecq, ingeniero Ricardo Renacco, doctor Eduardo Acevedo Díaz, doctor Alfredo E. Ferrario, señor Arduino Lelli, doctor Carlos Mainini, ingeniero Pascual Palazzo, señor Camilo Anastasi, doctor Teófilo Isnardi (reinc.), doctor Marcial R. Candioti (reinc.), doctor Adolfo T. Williams (reinc.), señor Eduardo A. Holmberg (reinc.).

Los socios adherentes ingresados en el año fueron los señores Horacio Cozzi, Aldo S. Pini, Ciriaco L. Zapata, Rogelio A. Trelles, Eduardo Vidal, Raúl Bes, Ricardo Torres, Bernardo Niño, Francisco J. Gotuzzo, Juan G. Dietsch, Héctor A. Bavio, Martín A. Caminal, Carlos A. Colombo, Luis Dorado, Joaquín Cornejo Saravia, Domingo Casadevall, Carlos A. Grau, Adolfo Márquez Gómez, Arturo B. Sobral, Victor Zambrano, César Claría, Enrique B. Real, Moisés Saravia González, Juan B. Demichelis (reinc.).

Socios correspondientes y honorarios. — El número de socios correspondientes no ha variado, siendo actualmente de 58. El número de socios honorarios continúa siendo de siete habiendo fallecido en ese carácter diez. La nómina de todos ellos es la siguiente : doctor Pedro Visca †, doctor Mario Isola †, doctor Carlos Darwin †, doctor Germán Burmeister †, doctor Benjamín Gould †, doctor R. A. Philippi †, doctor Guillermo Rawson †, doctor Carlos Berg †, doctor Valentín Balbin †, doctor Florentino Ameghino †, ingeniero Luis A. Huergo †, doctor César Lombroso †, doctor Juan J. J. Kyle, doctor Estanislao S. Zeballos, doctor Walther Nernst, doctor Eduardo L. Holmberg, ingeniero J. Mendizábal Tamborrel, ingeniero Guillermo Marconi, doctor Enrique Ferri.

El resumen de los socios es el siguiente :

Honorarios	7
Correspondientes	58
Activos	518
Adherentes	29
Total	612

Secretarías. — El despacho de todos los asuntos entrados y resueltos por la Junta directiva y Asambleas, la correspondencia social y la redacción de las actas, las relaciones de la Sociedad con las del país y del extranjero, correspondió á las secretarías.

Se encuentran en buen estado los libros de actas y asambleas, copiadores de notas y demás auxiliares.

Las 459 notas, las 143 comunicaciones varias y las 2188 circulares relativas á la Academia fundada en el seno de la Sociedad, al Congreso científico de Washington pidiendo la presentación de trabajos y 63 notas solicitando la colaboración para el número especial de los *Anales* del centenario, que han sido enviadas y cuyas copias se en-

cuentran en los libros respectivos, demuestran la importancia de movimiento de secretaría.

Tesorería. — Al final de esta memoria, además del balance general, se agregan varios cuadros que demuestran el movimiento detallado de las diferentes cuentas habido durante el período fenecido.

La cuenta correspondiente á los fondos del Congreso científico internacional americano de 1910, no figura en el balance general de la Sociedad por cuanto ella se lleva en libro por separado. Dicha cuenta arroja un saldo de pesos 6901,50 moneda nacional incluído en dicha suma el saldo del fondo de adhesiones.

Se agrega también el balance de los fondos correspondientes á la subscripción del homenaje pro Ameghino.

Los libros de contabilidad han sido llevados en forma correcta y se encuentran al día.

Continúan depositados en custodia en el Banco de la nación Argentina los siguientes documentos, cuyos certificados de depósito se encuentran en poder del gerente de la Sociedad:

Un título de propiedad de la casa Cevallos 269;

Dos comprobantes de pago de paredes medianeras;

Dos comprobantes de aprobación de cuentas rendidas á la Contaduría general de la Nación por pesos trece mil ochocientos ochenta y tres centavos moneda nacional ($ 13.883,03 m/n) y pesos seis mil ciento diez y seis con noventa y siete centavos moneda nacional ($ 6116,97 m/n) correspondientes á los fondos recibidos del gobierno de la Nación para gastos de representación y publicación de los trabajos presentados al IV° Congreso científico, 1° panamericano, de Chile;

Dos comprobantes de cuentas presentadas á examen de la Contaduría general de la Nación por pesos cuarenta y un mil novecientos sesenta y dos con veintitrés centavos moneda nacional ($ 41.962,23 m/n) y pesos ocho mil treinta y siete con setenta y siete centavos moneda nacional ($ 8037,77 m/n) correspondientes á los fondos recibidos del gobierno de la Nación para exploración y estudio de la laguna Iberá;

Un título de la deuda pública externa de la provincia de Buenos Aires número 163.527 por valor de cien pesos oro sellado nominales.

Examinando el cuadro demostrativo del movimiento de tesorería puede observarse que de los pesos 16.568,97 moneda nacional, ingresos efectivos del año administrativo de la Sociedad, se han invertido en gastos de la biblioteca y de los *Anales* (sin comprender sueldo alguno) pesos 6651,87 moneda nacional ó sea aproximadamente el 40 por ciento del total.

Gerencia. — Ha continuado á cargo del señor Juan Botto, quien como en los treinta años anteriores que hace viene desempeñando la gerencia de la Sociedad, le ha dedicado toda la atención que dicho puesto requiere.

Á su cargo está la contabilidad social; y los cuadros de tesorería que se agregan á esta memoria, dan una idea de su laboriosidad y competencia.

Como siempre ha auxiliado eficazmente á los señores secretarios, tesorero y bibliotecario en sus relativos trabajos.

VIII

CONCLUSIÓN

Señores consocios:

No me he permitido en el curso de esta exposición hacer elogio alguno de mis colegas de la Junta directiva porque he creído que corresponde á la Asamblea percibir dentro de la labor realizada la obra de cada uno y porque el aplauso para ellos, salido de mis labios, me presentaría en una situación de preeminencia que nadie ha pensado conferirme, ni es la exacta interpretación de los hechos. Pero debo expresar, que no me habría sido posible desempeñar debidamente el mandato con que se me había honrado y las disposiciones de los estatutos, si no hubiera sido secundado y auxiliado por los señores vicepresidentes y los señores secretarios, tesorero y bibliotecario, quienes encontraron la manera de tomar una parte de mi cometido, sin mengua para el propio é importante trabajo que sus propios cargos les representaba; no habría sido, pues, de equidad, que se me atribuyera toda la labor realizada por la presidencia, y esta manifestación, no tiene más que un propósito de justicia distributiva, en la conveniente oportunidad de expresarla.

Al terminar, señores, hago votos por el acierto de vuestra elección de hoy y la prosperidad de nuestra asociación, por lo que ella puede contribuir al desenvolvimiento de la cultura pública y al engrandecimiento de la patria.

N. Besio Moreno.

COMISIÓN HOMENAJE PRO AMEGHINO

Buenos Aires, marzo de 1916.

Al señor presidente de la Sociedad Científica Argentina, ingeniero Nicolás Besio Moreno.

La mesa ejecutiva del homenaje pro Ameghino, de acuerdo con la resolución tomada en la sesión de fecha 3 del corriente, tiene el agrado de dirigirse al señor presidente para llevar a su conocimiento la acción desarrollada durante el ejercicio que termina, en cumplimiento del honroso mandato que ha recibido de la Sociedad Científica.

La serie de dificultades insalvables que pesan sobre la economía nacional, ha traído como lógica consecuencia la paralización en la vasta campaña emprendida para la reunión de los fondos indispensables al buen éxito del homenaje proyectado y la Mesa ejecutiva se ha visto obligada á suspender temporariamente esa parte de los trabajos, para no malograr los resultados del conjunto. Cree, salvo mejores opiniones, que la acción privada que debe darle al homenaje el carácter de consagración nacional, conviene reservarla para mejor oportunidad y que llegue á ser el complemento de la acción oficial, porque ésta, encarada la cuestión en su fase práctica, le llevará un concurso que no puede esperarse de la acción individual por más buena voluntad que para ello se tenga.

La enumeración de los trabajos efectuados hasta la fecha por esta Mesa ejecutiva, explicará la razón de adoptar la actitud anteriormente mencionada.

En la sesión del 14 de junio del año anterior, en que se declaró constituída esta Mesa, se resolvió concretar el objeto de su gestión á cinco puntos principales, habiéndose obtenido el resultado siguiente:

1° Dirigirse al Consejo nacional de educación, recordándole la ordenanza que dispone dar, con motivo del aniversario de la muerte del doctor Florentino Ameghino, conferencias alusivas, recordando los méritos del sabio, en todas las escuelas y colegios dependientes de dicha repartición. La nota fué pasada inmediatamente y el señor presidente del Consejo nacional contestó por nota fecha 22 de septiembre, que en la oficina de decorado escolar, dependiente de ese Conse-

jo existen los retratos de Ameghino y que no se habían distribuído antes por falta de fondos para adquirir los materiales necesarios para confeccionar los marcos y no haber en plaza dichos artículos. Comunica, además, que el Consejo en sesión del 1° de septiembre resolvió designar patrono del Consejo escolar 13° al doctor Florentino Ameghino.

2° Organizar bajo el patrocinio de la Sociedad Científica Argentina una velada científica artística para el 6 de agosto, en conmemoración del mismo aniversario al cual se refiere el punto primero.

Esta Mesa tuvo oportunidad de dar cuenta del resultado de esa velada, acompañando la cuenta de gastos que se originaron con motivo de ella, dejando constancia en su comunicación del éxito halagüeño que se obtuvo en el desarrollo del programa formulado, así como de la calificada concurrencia que respondió á la gentil invitación de la Sociedad Científica.

3° Gestionar de quien corresponda el consentimiento y las medidas que sean necesarias para llevar á la práctica la idea de erigir un monumento al sabio, en el *hall* de entrada del futuro « Museo de ciencias naturales », que se erigirá de acuerdo con la ley nacional número 8937.

El miembro de esta Mesa ingeniero Vicente Castro suministró los datos referentes á este punto y los antecedentes de la ley que manda construir el edificio del Museo en una parte del terreno ocupado por el actual Jardín botánico de Buenos Aires.

Las leyes número 5050 y 8937 autorizan la ejecución de la obra, contribuyendo la municipalidad con el terreno y cuatro cuotas anuales de pesos 250.000 moneda nacional. La Nación contribuye con pesos 1.500.000 moneda nacional, á cuyo efecto en el anexo L del presupuesto anual, se incluye una partida de pesos 250.000 moneda nacional, para atender los gastos del año.

La Dirección general de arquitectura ha preparado un proyecto de Museo, que se ha presupuestado en pesos 2.686.578,54 moneda nacional, el que ha sido aprobado por el Poder ejecutivo y autorizado su licitación pública.

La licitación pública tuvo lugar el día 2 de abril de 1914, para la ejecución de la primera sección en que han sido divididas las obras, con un presupuesto de pesos 1.092.318,68 moneda nacional.

La propuesta más baja es la de los señores Marchesotte y Bresan por pesos 1.032.737,66 moneda nacional, es decir, un 6 por ciento de rebaja sobre el presupuesto oficial.

La Contaduría general de la Nación ha objetado la licitación, por no haberse publicado avisos en La Plata, y la Dirección general de arquitectura en 15 de marzo de 1915 rebate el precedente informe, manifestando que en la licitación se han llenado todos los requisitos de la ley.

La Dirección general de arquitectura cuenta en el anexo L con los fondos, pues además de los pesos 250.000 moneda nacional que debieron invertirse en 1915, previó pesos 250.000 moneda nacional para atender las obras en 1916.

La ley número 8937 aprueba el convenio celebrado entre el Poder ejecutivo y el Intendente municipal, relativo á la entrega de un terreno y la entrega de fondos para el edificio y autoriza al Poder ejecutivo para invertir pesos 1.500.000 moneda nacional en la construcción del Museo.

Los antecedentes y las concordancias de las leyes relativas al Museo, se pueden ver en la ley número 5050 y las relativas á la Municipalidad en la ley número 1260 y sucesivamente en las leyes números 7091 y 8210.

Hasta la fecha no se ha dado cumplimiento á las leyes anteriormente mencionadas, pues existe la idea de cambiar la ubicación del edificio destinado al Museo. Como se recordará, la primera ubicación era en el terreno, parte del actual Jardín botánico, situado en la esquina correspondiente á las calles Santa Fe y Malavia, con una superficie de 17.545 metros cuadrados, y la nueva ubicación corresponde á la fracción de terreno situada entre las calles Cerviño, Darragueira, Avenida Alvear y Avenida Sarmiento, con mayor superficie pero con menos facilidades para el acceso al público.

Lo esencial para poder realizar el homenaje á Ameghino es la construcción inmediata del edificio del Museo y esta Mesa ejecutiva cree indispensable que los miembros de ella, presididos por el señor presidente de la Sociedad Científica ú otra comisión que el señor presidente creyere conveniente designar, inicie gestiones ante el director del Museo, doctor Angel Gallardo, para pedirle su anuencia en los trabajos que deberán iniciarse ante el honorable Congreso, para obtener la sanción de una ley que ordene la erección de un monumento al doctor Ameghino, en el *hall* del Museo de historia natural. Dicha comisión deberá también solicitar especialmente del doctor Gallardo que no insista sobre la nueva ubicación del Museo, hecho que importaría una mayor demora en el principio de las obras, por la confección de nuevos planos y la nueva licitación correspondiente, pidiéndole al mismo

tiempo acepte la cooperación de la Sociedad Científica Argentina en pro de la rápida erección del Museo, insinuándole la conveniencia de que se obtenga el nombramiento de una comisión especial que corra con la administración de los fondos, en la misma forma que actúa la comisión nombrada para la erección de la casa del general San Martín.

Como puede verse en la anterior reseña, los dos primeros puntos del homenaje se han cumplido y el tercero podrá realizarse en parte teniendo buen éxito las gestiones que se inicien, colocando la piedra fundamental del monumento en el año actual del centenario, para lo cual es previa la ubicación definitiva del edificio del Museo.

Por lo que respecta á la ley que ordena la erección del monumento de Ameghino y á la cual se hace referencia anteriormente, esta mesa opina que con independencia de toda otra gestión tendiente al homenaje á Ameghino, la Sociedad Científica debiera dedicar sus esfuerzos á conseguir de la honorable Cámara una ampliación á la ley número 8937, en cuya virtud ordene también la erección de un monumento al nombrado sabio, en el *hall* principal del edificio.

Esta mesa abriga la esperanza de que presentándose oportunamente ante la Comisión de peticiones de la honorable Cámara de diputados, para lo cual tiene ya redactada la nota pertinente, podría conseguirse que fuera considerada en las primeras sesiones de este año.

Los puntos cuatro y cinco comprenden :

1° Procurar la traducción al francés y al inglés y la difusión de la obra *Filogenia,* del sabio ;

2° Procurar dar cima a la idea de publicar una biografía completa de Ameghino, en la que figure su retrato moral y la obra del sabio en su triple fase, geológica, paleontológica y antropológica, contando para ello con el libro *Elogio de Ameghino,* que escribiera el señor Leopoldo Lugones, en mérito al pedido que la Sociedad Científica le formuló por intermedio del miembro de esta Mesa, doctor Juan B. González, hace algún tiempo.

Á ambas ideas se les dará término lo antes posible.

Saludan al señor presidente con su mayor consideración.

Vicente Castro. — A. M. Lugones. — J. B. González.

J. T. Ojeda,
Secretario general.

NUEVA CONTRIBUCIÓN

PARA EL

ESTABLECIMIENTO DE LAS ECUACIONES QUÍMICAS

EXPOSICIÓN Y COMENTARIO DE LOS MÉTODOS SEGUIDOS POR LOS PROFESORES
DOCTOR W. SORKAU Y LICENCIADO A. PÉREZ

I

PREÁMBULO

En el primer artículo publicado en los *Anales de la Sociedad científica argentina,* tomo LXXVIII, páginas 32 y siguientes, decíamos, con referencia al *problema de la determinación de los coeficientes de una igualdad química :*

« La exposición de ese método y su aplicación á los múltiples casos que pueden ocurrir, nos parece un asunto digno de ser emprendido, ya que no tenemos noticia de que otros lo hayan hecho; y á tal fin solicitamos hospitalidad en el órgano de la Sociedad científica argentina, por si su conocimiento pudiera originar un trabajo más completo y más profundo del que nuestro muy limitado saber pueda proporcionar á los ilustrados lectores ».

Cuando escribíamos estas palabras era para nosotros desconocido el hecho de que en nuestro propio medio y desde hacía algunos años

NOTA. — Nos complace hacer saber, que el trabajo del señor Ángel Pérez, titulado *Un problema de química,* ha sido objeto de un elogioso comentario por parte del distinguido catedrático de la Universidad de Salamanca, el doctor José Giral, quien en correspondencia al decano de la Facultad de ciencias de la Universidad de Salamanca, don Eduardo Nó, aplaude la idea de divulgar estas aplicaciones de los procedimientos algebraicos, sobre todo en momentos en que la química matemática se afianza de un modo indiscutible. *(La Dirección.)*

(en 1910) hubiera aparecido un trabajo de esta índole y de la importancia que nos parece inviste el de la segunda edición amplificada que, con motivo de nuestros artículos publicados en estos *Anales,* ha editado recientemente su autor, el doctor Walther Sorkau, catedrático de química en el Instituto nacional del profesorado secundario.

Debemos á su atención, que agradecemos mucho, el conocimiento de la doctrina que expone en su opúsculo, y como en el prólogo del mismo se nos alude (aunque no en el texto), manifestando *disconformidad* con nuestro modo de tratar el *problema de la determinación de los coeficientes ó índices de las fórmulas expresivas de las reacciones químicas,* cumple á nuestra probidad científica dar cuenta primeramente del modo cómo lo considera el doctor Sorkau, y á seguida hacer ver que los procedimientos matemáticos seguidos por ambos investigadores, aunque al parecer *discrepan,* en el fondo son *notablemente concordantes;* hasta el punto que quien siga nuestra marcha encontrará por ella las *ecuaciones límites* que sirven de *partida* al doctor Sorkau; y viceversa, quien tome la vía recomendada por este químico encontrará también, haciendo aplicaciones, números que resultan de nuestras expresiones simbólicas.

Esta tesis, que será demostrada cumplidamente más adelante, esperamos que sirva para infundir confianza á todos los que tengan gusto ó necesidad de emplear el cálculo para la resolución de tan importante problema químico.

Y sentado ésto, vamos á pasar á exponer y comentar brevemente la doctrina sustentada por el doctor Sorkau en su opúsculo que á nosotros nos parece novedosa é interesante.

Titula su trabajo el doctor Sorkau: *Desarrollo metódico de las ecuaciones químicas.*

II

DESARROLLO METÓDICO DE LAS ECUACIONES QUÍMICAS

Lo divide en cuatro capítulos : En el primero, llega á las reacciones complejas mediante una sucesión de reacciones elementales sistemáticamente correlacionadas. En el segundo aplica el método algebraico al cálculo de los coeficientes ó índices de una reacción tal, que su ecuación simbólica dé origen á un sistema de ecuaciones con n ó $n+1$ incógnitas (índices ó coeficientes). En el tercero, estudia los ca-

sos en que para determinar las incógnitas no hay más que ($n - 2$) ó en general ($n - p$) ecuaciones. Y en el cuarto, se ocupa de las reacciones iónicas, advirtiendo que estas últimas, por su claridad y sencillez, son la mejor expresión del fenómeno por formular.

En tanto que pluma más autorizada que la nuestra no presente al público químico esta *contribución,* acometeremos nosotros esta empresa, solicitando la indulgencia de los lectores que nos honren concediéndonos su tiempo y su paciencia.

III

SÍNTESIS DEL CAPÍTULO PRIMERO Y DEL MÉTODO EN GENERAL

Lo empieza el doctor Sorkau con esta regla: « Para hallar los índices de una ecuación química por formular, el camino más adecuado siempre, consiste en descomponer la reacción en sus fases parciales *realizables* ó *no,* expresarlas por ecuaciones, que siempre son sencillas, y sumándolas, eliminar los productos intermediarios supuestos. Algunos ejemplos lo explicarán. » Sigue una serie de 34, muy bien elegidos.

En el texto, las palabras *realizables* ó *no,* no están subrayadas : lo hemos hecho nosotros, porque al leer nos llamaron la atención, y nos movieron á meditar sobre su alcance. Tratándose de fases parciales realizables, no hay dificultad ninguna en admitirlas; pero, *si no lo son,* nos pareció cosa fuerte aceptarlas de plano. Leímos pues, algunos ejemplos y meditamos sobre el pro y el contra de su admisión.

Nos dijimos : si la química es una ciencia de *hechos positivos,* no ideales, y versa sobre transformaciones tangibles de la materia, ¿ cómo admitir, para establecer sus verdades, medios ó procedimientos sin realidad objetiva ? ¿ No repugna eso claramente al carácter de esa ciencia ? ¿ No sería como dar cabida en ella, y hasta expedir carta de naturaleza, á aquellos *entes de razón* de que usaba y abusaba la filosofía escolástica ?

Pero luego, nuestra imaginación nos aportó ejemplos de otras ciencias y aun de la química misma, en que concedemos existencia, cuando menos *virtual* á cosas, *entes* que concibe la razón y que carecen de realidad objetiva, ó que al menos no podemos aislar ó limitar de modo que sea factible someterlos al cartabón de nuestros sentidos, que es el criterio más corriente para apreciar los fenómenos materiales.

Y continuábamos preguntándonos : ¿ qué matemático ha aislado los *infinitamente pequeños?* Y sin embargo, ello no es obstáculo para distinguir diversos órdenes y para que la razón los conciba con suficiente claridad, sobre todo en la *extensión,* y auxiliándonos de las entidades geométricas, *punto, línea, superficie* y *volumen.*

Pues bien, el matemático valiéndose de esos *algos,* que nada aumentan ó disminuyen la extensión, como si fueran verdaderos *nadas,* establece relaciones entre ellos y penetra en el campo de la *cantidad finita,* ya completamente asequible á nuestras investigaciones corrientes. Quiere ello decir, que hemos hallado el modo de eliminar esos *infinitesimales* aprovechándonos de ellos, no obstante su desaparición, para hilvanar el cálculo y pasar á la relación entre *cantidades finitas.*

Pues esto mismo viene á ejecutar el químico cuando escribe una relación de igualdad, *realizable* ó *no,* sobre todo, no realizable, que combinada con otra ú otras, permita eliminar la igualdad meramente ideal ó figurativa. Se dirá que no hay paridad en el razonamiento, porque una cosa es relacionar infinitamente pequeños, y otra, muy distinta, igualdades que, por su combinación, den un resultado tan patente como la expresión de una reacción química.

Objetaría que tal disparidad es más aparente que real, porque en ese sistema químico (método del doctor Sorkau), aunque las entidades que intervienen son representativas de substancias, la ley de combinación de ellas se basa en procedimientos matemáticos a la que es aplicable la anterior conclusión.

Pero tomemos ejemplos de la química misma, ya que los ofrece abundantes, para probar que el químico puede usar del derecho de operar con entidades químicas desprovistas de existencia real, y que no obstante por su combinación, ó eliminación, según los casos, llegan á originar substancias de naturaleza real y objetiva.

Empecemos preguntando : ¿ Qué químico ha logrado poner en redoma el oxhidrilo OH? ¿ Quién ha visto ó puesto en seco los hidratos alcalinos NaOH ó KOH? En realidad el hidrato encerrado en frascos, nos referimos al potásico, es el $2KOH = K_2O, H_2O$; el primero, KOH, es una concepción ideal, un *ente de razón.* En cambio el CaO_2H_2 ó CaO, H_2O, según lo formulaban los químicos dualistas, es de realidad tan patente, que maldecimos de su existencia, cuando al pasar por la acera junto á la escalera de un blanqueador, éste deja caer algunas gotas del hidrato desleído sobre la copa de nuestro flamante sombrero.

Y pasando á la química orgánica : ¿ Qué eminente profesor aisló el *metilo,* el *etilo* ó los *radicales alcohólicos* de *atomicidad impar?* Á pesar

de su sonora terminación que indica la calidad de substancia, no tienen de tal más que el nombre, puesto que no son de mayor realidad que el oxhidrilo mismo. Aun el mismo radical *amonio,* ¿no le vemos como formarse á nuestra vista y desaparecer casi con la rapidez del relámpago?

Son pues, esas, entidades útiles para explicar resultados, seres como los infinitesimales, metafísicos; pero de los que la química no puede prescindir actualmente, en tanto que *el poder de combinación* siga gobernando en la ciencia, con el carácter de *dictador.*

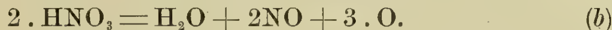
Hemos escrito que el procedimiento recomendado por el doctor Sorkau viene á ser un proceso matemático aplicado á la química. Se advertirá mejor la verdad de esta afirmación si desarrollamos algunos ejemplos, dejando la palabra á su autor. Nos permitiremos tan sólo corregir ligeramente su sintaxis y, por supuesto, las erratas de imprenta.

(Sorkau). Ejemplo 4, página 7. *Acción del ácido nítrico sobre el fósforo rojo.* El oxígeno disponible del ácido nítrico transforma el fósforo en el pentóxido de fósforo:



$$2P + 5 . O = P_2O_5 \qquad (a)$$

El ácido nítrico á su vez se descompone según:



$$2 . HNO_3 = H_2O + 2NO + 3 . O. \qquad (b)$$

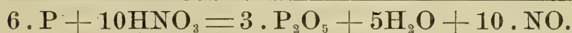
Para poder combinar estas dos ecuaciones, eliminando el oxígeno, debemos multiplicar (*a*) por 3 y (*b*) por 5.



$$6P + 15 . O = 3 . P_2O_5 \qquad (a')$$



$$10HNO_3 = 5 . H_2O + 10 . NO + 15 . O \qquad (b')$$



$$6 . P + 10HNO_3 = 3 . P_2O_5 + 5H_2O + 10 . NO.$$

El anhidrido fosfórico es soluble en el agua, lo que expresamos por:



$$3P_2O_5 + 9 . H_2O = 6H_3PO_4. \qquad (c)$$

Reuniendo las tres fases en una sola ecuación, obtenemos finalmente:



$$6P + 10 . HNO_3 + 4 . H_2O = 6 . H_3PO_4 + 10 . NO$$

ó después de la división por el factor 2:



$$3 . P + 5 . HNO_3 + 2 . H_2O = 3 . H_3PO_4 + 5 . NO.$$

Tal es el resultado que consigna el doctor Sorkau.

(Pérez). Todo lo que podría objetar aquí un censor escrupuloso es que, para que la reacción apareciera en la forma molecular del fósforo, habría que escribirla, de esta suerte, en virtud de que la molécula de ese elemento tiene 4 átomos (según nuestro entender) :



$$3 . P_4 + 20 . HNO_3 + 8 . H_2O = 12 . H_3PO_4 + 20 . NO,$$

que resulta de multiplicar la del autor por 4.

(Sorkau). Ejemplo 2, página 6. *Acción del ácido nítrico sobre el cobre.* Más fácilmente que el ácido sulfúrico cede el ácido nítrico parte de su oxígeno; en presencia de una substancia bien oxidable la descomposición va hasta darnos el óxido de nitrógeno :

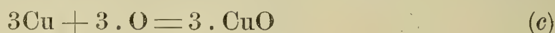


$$2HNO_3 = H_2O + N_2O_5 \ (*) \qquad (a)$$



$$N_2O_5 = 2 . NO + 3 . O. \qquad (b)$$

El oxígeno transforma el metal, por ejemplo, el cobre en su óxido :



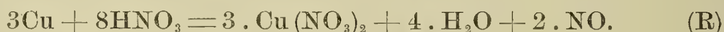
$$3Cu + 3 . O = 3 . CuO \qquad (c)$$

que á su vez se disuelve en seguida en el ácido nítrico dando nitrato de cobre :



$$3CuO + 6HNO_3 = 3 . Cu (NO_3)_2 + 3 . H_2O. \qquad (d)$$

Las cuatro fases sumadas, dan :



$$3Cu + 8HNO_3 = 3 . Cu (NO_3)_2 + 4 . H_2O + 2 . NO. \qquad (R)$$

(Pérez). La primera igualdad que hemos marcado con un asterisco es *ilusoria,* es decir, que es irrealizable en las condiciones que supone esta reacción, ataque en frío ó al calor suave; sólo podría cumplirse si se hiciera intervenir un poderoso agente deshidratante, como el P_2O_5, por ejemplo. En cambio, la reacción inversa es de toda realidad, es decir, que



$$H_2O + N_2O_5 = 2HNO_3 \qquad a')$$

es un *hecho de experiencia.*

Notemos aquí este carácter diferencial de las igualdades (reacciones) químicas; mientras que *matemáticamente* la igualdad (*a*) es cierta en el orden en que está escrita, y en el inverso (*a'*), sólo es cierta *químicamente,* en las circunstancias prescriptas, en el sentido (*a'*); quiere

esto decir que las igualdades (reacciones) químicas no son, en general *reversibles,* pocas son las *enteramente reversibles,* influencia de masa); algunas, lo son *parcialmente* (caso de la eterificación).

Este hecho debe ponernos en guardia contra resultados que obedeciendo á la igualdad cuantitativa, pueden estar en desacuerdo con la identidad cualitativa, como ocurre en esta reacción parcial.

Sin embargo, la reacción definitiva ó total que hemos marcado con (R) es cierta de toda evidencia. ¿Cómo podríamos explicar este hecho, al parecer contradictorio, de que interviniendo como medio una igualdad *imposible, absurda,* el resultado final sea *legítimo* y de *realidad evidente?*

Con mucha sencillez; porque se elimina lo absurdo al intervenir en la formación del definitivo proceso químico la igualdad siguiente (*b*). El término N_2O_5 de (*a*) es el que repugna á nuestro conocimiento de la reacción, es el que no podemos admitir, y ese término es precisamente el que se elimina en la suma ulterior al pasar á ser primer miembro de la igualdad siguiente. Aun, para satisfacer el espíritu investigador del químico, faltaría explicar el mecanismo de la disolución del óxido de cobre en el ácido nítrico, que expresa, *grosso modo, la igualdad* (*d*).

(Sorkau). Ejemplo 19, página 17. *Oxidación mediante el permanganato de potasio en solución neutra ó alcalina.* El permanganato en solución neutra se reduce únicamente hasta el bióxido de manganeso:



$$2 . KMnO_4 = K_2O + Mn_2O_7 \text{ (*)} \qquad (a)$$



$$K_2O + H_2O = 2KOH \qquad (b)$$



$$Mn_2O_7 = 2MnO_2 + 3 . O \qquad (c)$$



$$2KMnO_4 + H_2O = 2KOH + 2MnO_2 + 3 . O.$$

Caso 1º. — Titulación del yodo mediante el permanganato de potasio. Se disuelve el yodo comercial en álcali, obteniéndose yoduro y yodato potásicos:



$$[I_2 + 2KOH = KIO + KI + H_2O] . 3$$



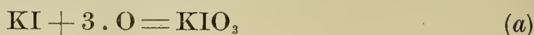
$$3KIO = KIO_3 + 2KI$$



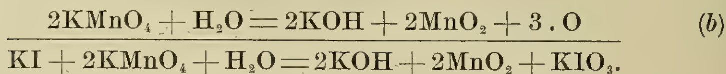
$$3I_2 + 6KOH = 5KI + KIO_3 + 3H_2O.$$

(*) Esta igualdad nos parece irrealizable como la (*a*) del ejemplo 2º, pero se eliminan los términos del segundo miembro por su combinación con las (*b*) y (*c*). (Pérez).

Á seis átomos de yodo metálico corresponden cinco átomos de yodo en el yoduro de potasio; para determinar la cantidad de este último se añade permanganato de potasio en solución neutra :



$$KI + 3 . O = KIO_3 \qquad (a)$$



$$2KMnO_4 + H_2O = 2KOH + 2MnO_2 + 3 . O \qquad (b)$$

$$KI + 2KMnO_4 + H_2O = 2KOH + 2MnO_2 + KIO_3.$$

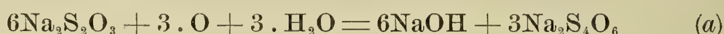
Esta ecuación, de la cual resulta que una molécula de yoduro de potasio reduce dos moléculas de permanganato del valor oxidante de tres oxígenos, nos enseña que una solución normal de yoduro de potasio debe contener $\frac{KI}{6}$ gramos en un litro.

Caso 2º. — Transformación del *tiosulfato* en el *tetrationato de sodio.* Para determinar el título de una solución de tiosulfato de sodio se hace uso de una reacción entre esta sal y el permanganato de potasio en solución neutra.

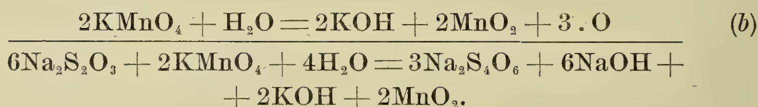


$$2NaO . SO_2 . SNa + O + H_2O = 2NaOH + Na_2S_4O_6.$$

Teniendo en cuenta los tres átomos de O á disposición, tenemos :



$$6Na_2S_2O_3 + 3 . O + 3 . H_2O = 6NaOH + 3Na_2S_4O_6 \qquad (a)$$

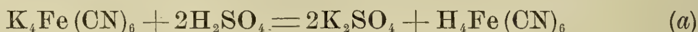


$$2KMnO_4 + H_2O = 2KOH + 2MnO_2 + 3 . O \qquad (b)$$

$$6Na_2S_2O_3 + 2KMnO_4 + 4H_2O = 3Na_2S_4O_6 + 6NaOH + \\ + 2KOH + 2MnO_2.$$

(Sorkau). Ejemplo 32. *Acción del ácido sulfúrico sobre el ferrocianuro de potasio,* página 25. Debemos distinguir dos casos según la concentración del ácido sulfúrico.

Caso 1º. — *Con ácido sulfúrico diluído.* El ácido pone en libertad al ácido ferrocianhídrico :



$$K_4Fe\,(CN)_6 + 2H_2SO_4 = 2K_2SO_4 + H_4Fe\,(CN)_6 \qquad (a)$$

que bajo la influencia del ácido sulfúrico se desdobla :



$$H_4Fe\,(CN)_6 = 4HCN + Fe\,(CN)_2. \qquad (b)$$

El cianuro ferroso reacciona con el ácido dando sulfato ferroso y ácido cianhídrico :



$$Fe(CN)_2 + H_2SO_4 = FeSO_4 + HCN \qquad (c)$$

y el sulfato ferroso da un precipitado con el ferrocianuro de potasio:



$$FeSO_4 + K_4Fe(CN)_6 + K_2SO_4 + K_2Fe \,.\, Fe(CN)_6. \qquad (d)$$

Sumando las reacciones parciales llegamos á la ecuación buscada:



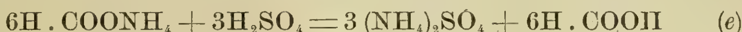
$$2K_4Fe(CN)_6 + 3 \,.\, H_2SO_4 = 3K_2SO_4 + K_2Fe \,.\, Fe(CN)_6 + 6HCN.$$

Caso 2º. — Con ácido sulfúrico concentrado. Las fases (*a*), (*b*), (*c*), quedan idénticas; pero el ácido cianhídrico no se desprende, sino que, siendo un nitrilo de un ácido orgánico, del ácido fórmico, será saponificado hasta el formiato de amonio:



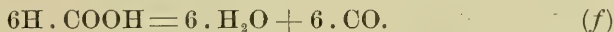
$$6 \,.\, HCN + 12 \,.\, H_2O = 6H \,.\, COONH_4. \qquad (d)$$

(El texto pone $6 \,.\, H_2O$, pero es errata) que con el ácido sulfúrico da sulfato de amonio y ácido fórmico:



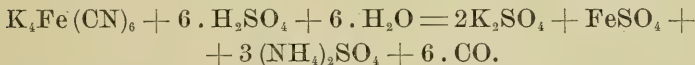
$$6H \,.\, COONH_4 + 3H_2SO_4 = 3(NH_4)_2SO_4 + 6H \,.\, COOH \qquad (e)$$

y este último, debido al efecto deshidratante del ácido sulfúrico, se descompone en agua y óxido de carbono:



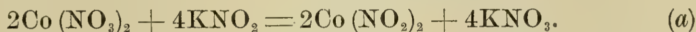
$$6H \,.\, COOH = 6 \,.\, H_2O + 6 \,.\, CO. \qquad (f)$$

Así, sumando las fases (*a*) hasta (*f*), obtenemos:



$$K_4Fe(CN)_6 + 6 \,.\, H_2SO_4 + 6 \,.\, H_2O = 2K_2SO_4 + FeSO_4 +$$
$$+ 3(NH_4)_2SO_4 + 6 \,.\, CO.$$

(Sorkau). Ejemplo 33, página 26. *Formación del cobalti-nitrito de potasio (sal de Fischer).* Si se agrega nitrito de potasio y ácido acético á una solución de nitrato de cobalto, se obtiene un precipitado característico para el cobalto. Admitiremos primero una doble descomposición entre el nitrato de cobalto y el nitrito de potasio:



$$2Co(NO_3)_2 + 4KNO_2 = 2Co(NO_2)_2 + 4KNO_3. \qquad (a)$$

El ácido acético pone en libertad al ácido nitroso:



$$2KNO_2 + 2H \,.\, C_2H_3O_2 = 2K \,.\, C_2H_3O_2 + 2HNO_2 \qquad (b)$$

que se descompone en seguida:



$$2HNO_2 = H_2O + 2NO + O. \qquad (c)$$

El oxígeno transforma al nitrito cobaltoso en nitrito cobáltico:

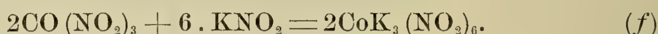


$$2Co(NO_2)_2 + O + 2KNO_2 = K_2O + 2CO(NO_2)_3 \qquad (d)$$



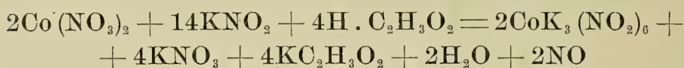
$$K_2O + 2H.C_2H_3O_2 = 2K.C_2H_3O_2 + H_2O \qquad (e)$$

y el nitrito cobáltico forma con el exceso de nitrito de potasio un precipitado amarillo de cobalti-nitrito de potasio:



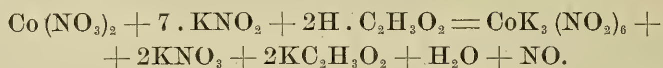
$$2CO(NO_2)_3 + 6.KNO_2 = 2CoK_3(NO_2)_6. \qquad (f)$$

Estas reacciones reunidas suministran la ecuación buscada:



$$2Co(NO_3)_2 + 14KNO_2 + 4H.C_2H_3O_2 = 2CoK_3(NO_2)_6 + \\ + 4KNO_3 + 4KC_2H_3O_2 + 2H_2O + 2NO$$

y después de la división por el factor común 2:



$$Co(NO_3)_2 + 7.KNO_2 + 2H.C_2H_3O_2 = CoK_3(NO_2)_6 + \\ + 2KNO_3 + 2KC_2H_3O_2 + H_2O + NO.$$

Hubiéramos deseado ofrecer mayor número de reacciones á los lectores, pues que todas ellas nos parecen dignas de interés; pero á fin de no dar proporciones exageradas á este trabajo, nos hemos limitado á ese corto número, suficiente, sin embargo, para dar idea clara del método preconizado por el autor del folleto que estamos examinando.

No habrá escapado seguramente á la penetración del lector que el procedimiento es *matemático* realmente, como habíamos adelantado.

Ahora bien, las *matemáticas* al servicio de las ciencias *racionales* ó al de las de *experimentación* no son otra cosa que *lógica aplicada en acción;* y la *lógica* en las ciencias sirve para constituir su *metodología;* los *métodos* implican *raciocinios* y éstos se expresan con *proposiciones* lógicas que se combinan entre sí para constituir la *argumentación.* Argumentamos, sin darnos muchas veces cuenta de ello, por medio de *silogismos,* rara vez perfectos, la mayor parte de ellas, deformados ó disfrazados.

El método que nos parece seguir el doctor Sorkau en la exposición de la doctrina de su capítulo primero, es el *sintético,* método propio de la enseñanza, pues que procede de lo simple á lo compuesto, y el

argumento que emplea en todo el discurso, desde la iniciación de la reacción hasta llegar á la compleja final en que se integra el proceso químico definitivo, es el silogismo deformado, llamado *sorites,* que tan alto papel desempeña en matemáticas.

El *sorites* puede compararse á una serie de igualdades, en que términos de la primera se relacionan con términos de la última, por ser iguales á términos medios con que vamos comparando esos extremos. Échese una ojeada sobre uno cualquiera de los ejemplos transcriptos y se advertirá en seguida la exactitud del aserto.

La forma matemática del *sorites* se revela con toda claridad en la *regla conjunta,* y aun en varios teoremas de la geometría, como el del cuadrado de Pitágoras. Es sabido que la *regla conjunta (regula á catena)* tiene por objeto determinar la relación entre dos números por medio de la que estos guardan con otros intermedios. Su artificio consiste en escribir una serie de equivalencias, principiando por la incógnita para mayor claridad, tales, que el segundo miembro de cada una sea de la misma especie que el primero de la siguiente, hasta que el último miembro sea de la misma especie que la incógnita; multiplicando ordenadamente estas igualdades, resulta otra de la que se deduce el valor de la cantidad desconocida.

Pues este mismo artificio es el que se observa en la construcción de las igualdades químicas por cuya combinación resulta la reacción final ó definitiva. La única diferencia estriba en que en lugar de multiplicar esas igualdades, que vienen á ser verdaderas equivalencias, se suman. Si nos hemos penetrado bien del procedimiento, ese artificio nos servirá de *regla mnemónica,* para recordar y escribir las igualdades químicas auxiliares (subecuaciones del doctor Sorkau).

Sería largo, pesado y difícil desarrollar un ejemplo en palabras para mostrar la argumentación lógica que supone; por eso adoptaremos la notación simbólica que abrevia, aclara y, por decirlo así, esquematiza la explicación, á cuya lucidez contribuye en mucho la matemática.

Vamos pues, á desarrollar el *sorites* en forma químico-matemática.

Ponemos:



$$2P + 5 . O = P_2O_5 \qquad (a)$$



$$2HNO_3 = H_2O + 2NO + 3 . O \qquad (b)$$

Primera y segunda premisas expresan un fenómeno preparatorio.

Más como el oxígeno dice la experiencia que no se manifiesta libre, necesitamos modificar las premisas de esta suerte:



$$3 . 2P + 3 . 5 . O = 3 . P_2O_5 \qquad (a')$$

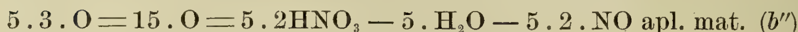


$$5 . 2HNO_3 = 5 . H_2O + 5 . 2NO + 5 . 3 . O. \qquad (b')$$

Primera y segunda premisa modificadas.
De la primera y segunda inferimos



$$3 . 5 . O = 15 . O = 3 . P_2O_5 - 3 . 2P \text{ apl. mat.} \qquad (a'')$$



$$5 . 3 . O = 15 . O = 5 . 2HNO_3 - 5 . H_2O - 5 . 2 . NO \text{ apl. mat.} \qquad (b'')$$

La identidad de (a'') y (b'') resulta del axioma no meramente matemático, sino ontológico : dos cosas (los segundos miembros) iguales á una tercera (los primeros miembros), son iguales entre sí ; de modo que



$$3 . P_2O_0 - 6 . P = 10HNO_3 - 5 . H_2O - 10NO$$

con lo que queda relacionada la primera con la segunda premisa, por el intermedio del *término* oxígeno. Esa relación equivale, según la matemática á esta otra :



$$10 . HNO_3 + 6 . P = 3 . P_2O_5 + 5 . H_2O + 10 . NO \qquad (a' + b')$$

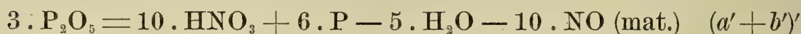
relación que hubiéramos obtenido más rápidamente sumando en orden las igualdades, pero ese procedimiento hubiera sido menos demostrativo para nuestro objeto.

Ahora, como por la experiencia sabemos que el anhídrido fosfórico no puede existir como tal anhídrido en presencia del agua, inferimos que acaece una nueva transformación. Aquella (la experiencia) nos dice que :



$$3 . P_2O_5 + 9 . H_2O = 6H_3PO_4 \qquad (c)$$

Repitiendo el procedimiento que nos llevó á la *proposición* $(a' + b')$, tenemos :

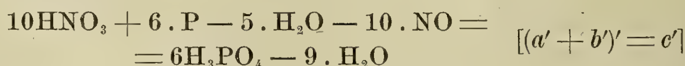


$$3 . P_2O_5 = 10 . HNO_3 + 6 . P - 5 . H_2O - 10 . NO \text{ (mat.)} \qquad (a' + b')'$$



$$3 . P_2O_5 = 6 . H_3PO_4 - 9 . H_2O \text{ (mat.)} \qquad (c')$$

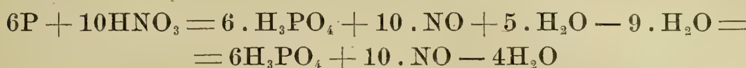
y en virtud del axioma antes enunciado :



$$10HNO_3 + 6 . P - 5 . H_2O - 10 . NO = \\ = 6H_3PO_4 - 9 . H_2O \qquad [(a' + b')' = c']$$

en que el *término lógico* común á las proposiciones $(a' + b')'$ y (c'), es decir, $3P_2O_5$, desaparece, se elimina.

La proposición *lógica* $[(a' + b') = c']$ podemos escribirla según la matemática:



$$6P + 10HNO_3 = 6 . H_3PO_4 + 10 . NO + 5 . H_2O - 9 . H_2O = \\ = 6H_3PO_4 + 10 . NO - 4H_2O$$

y ésta á su vez (matemática)



$$6P + 10 . HNO_3 + 4 . H_2O = 6 . H_3PO_4 + 10 . NO,$$

en la que ha quedado eliminada una cantidad común de agua $(5H_2O)$ que podíamos haber puesto de manifiesto, operando como lo hicimos para eliminar el término $3P_2O_5$. Es claro que la suma ordenada de las igualdades $(a' + b')$ y (c) nos hubiera conducido al resultado más rápidamente, pero acaso con menos claridad y grado de evidencia. Resta solo dividir por dos la igualdad final para tener formulada la reacción del texto.

Queda expuesto, según nuestro entender, el fundamento *lógico* y *matemático* del método preconizado por el doctor Sorkau.

Veamos ahora su significado científico.

Los libros corrientes suelen formular los procesos químicos definitivos precediéndolos de algunas palabras explicativas por las cuales se forma una idea aproximada de la reacción que se va á formular. Mas el mecanismo, los detalles de la reacción, quedan envueltos en una como nebulosidad.

El *desarrollo metódico de las ecuaciones químicas* tal cual lo expone el doctor Sorkau, viene á esclarecer nuestras dudas, pues nos muestra cada reacción en su *génesis,* la sigue en su *desarrollo,* lleva en cuenta las *circunstancias concomitantes,* señala diferencias en la *acción de los ácidos* según su grado de *concentración* y estudia con detenimiento cuantas influencias puedan modificar el proceso cuya formulación tiene en vista. Léanse con cuidado los ejemplos que hemos transcripto, y sobre todo el folleto, y se verá reflejado cuanto vamos diciendo.

Entendemos, pues, que el profesor Sorkau aporta una valiosa contribución al problema objeto de estos artículos.

Pero, si hemos de expresar todo lo que pensamos acerca de este procedimiento tan científico, que sospechamos no ha de tardar en adquirir carta de ciudadanía en la enseñanza oficial, debemos decir que él supone un conocimiento profundo y detallado de multitud de reac-

ciones elementales que han de irse eslabonando con cierto orden, y además una especie como de sentimiento ó intuición química que sólo se alcanza mediante larga experiencia.

Por otra parte, cuando las igualdades expresivas de las reacciones auxiliares son muchas, ese recuerdo es difícil, á pesar de la *regla mnemónica* que hemos dado. Queda pues, bastante que solicitar de la *memoria,* y esta capacidad de la inteligencia, muy valiosa y preciada, es patrimonio que no todos poseen en igual grado. ¡ Cuántos, como nosotros, hacen sacrificios inútiles ante los altares de esa deidad caprichosa é infidente que la mitología griega llamaba *Mnemosina!*

Pues bien, para esos casos disponemos de un *remedio* eficaz que no se encuentra en las anaquelerías de las oficinas de farmacia, pero se expende comunmente en las aulas de las universidades; se llama el *análisis matemático.*

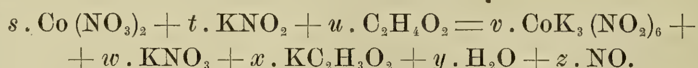
Permitidnos, compañeros desdeñados por la esquiva diosa, que os ofrezcamos algunas gotas de ese mágico *elíxir.*

MÉTODO DIRECTO FUNDADO EN EL ANÁLISIS ALGEBRAICO PARA EL CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE UNA ECUACIÓN QUÍMICA

Apliquémosle tan sólo á uno de los ejemplos tratados antes por el doctor Sorkau según el *desarrollo metódico.*

Ejemplo 33. *Formación del cobalti-nitrito de potasio* (sal de Fischer). Sabemos que interviene, en la formación de este precipitado el nitrato de cobalto, el nitrito de potasio y el ácido acético; inferimos de esto que debe producirse la sal de Fischer, nitrato y acetato potásico, y á causa de la descomposición probable de parte del ácido nitroso que debe poner en libertad el ácido acético, agua y óxido nítrico.

Estas reflexiones nos llevarían á escribir la siguiente reacción simbólica:



$$s \,.\, Co(NO_3)_2 + t \,.\, KNO_2 + u \,.\, C_2H_4O_2 = v \,.\, CoK_3(NO_2)_6 + \\ + w \,.\, KNO_3 + x \,.\, KC_2H_3O_2 + y \,.\, H_2O + z \,.\, NO.$$

$s = v$ ecuación del Co (1)

$2s + t = 6v + w + z$ ecuación del N (2)

$6s + 2t + 2u = 12v + 3w + 2x + y + z$ — O — (3)

$t = 3v + w + x$ ecuación del — K — (4)

$2u = 2x$ ecuación del — C — (5)

$4u = 3x + 2y$ ecuación del H (6)

Es un sistema de *seis* ecuaciones con *ocho* incógnitas, y por tanto de los llamados *más que indeterminados*. Del examen de la ecuación (6) deducimos que x es par, y en consecuencia lo es u por la (5), s y v son de igual paridad por la (1). También deduciríamos de la (3) que y y z podrían ser impares si w fuera par. Estas consideraciones tienen la virtud de suministrarnos algunas nociones sobre la forma de los coeficientes, pero no bastarían para determinarlos. Á tal objeto conduciría la siguiente escritura del sistema y la eliminación metódica de las incógnitas.

$$\text{A}\left\{\begin{array}{lr} s - v = 0 & (1)\\ 2s + t - 6v - w - z = 0 & (2)\\ 6s + 2t + 2u - 12v - 3w - 2x - y - z = 0 & (3)\\ t - 3v - w - x = 0 & (4)\\ u - x = 0 & (5)\\ 4u - 3x - 2y = 0 & (6)\end{array}\right.$$

Elimino la z entre (2) y (3) en A.

$$4s + t + 2u - 6v - 2w - 2x - y = 0 \text{ (ec. result.).}$$

El nuevo sistema equivalente B será:

$$\text{B}\left\{\begin{array}{lr} 2s + t - 6v - w - z = 0 & (1\\ s - v = 0 & (1)\\ t - 3v - w - x = 0 & (2)\\ u - x = 0 & (3)\\ 4u - 3x - 2y = 0 & (4)\\ 4s + t + 2u - 6v - 2w - 2x - y = 0 & (5)\end{array}\right.$$

En el sistema B elimino la w.

$$2t - 6v - 2w - 2x = 0 \quad (2).2$$

$$4s + t + 2u - 6v - 2w - 2x - y = 0 \quad (5)$$

$$4s - t + 2u - y = 0 \quad (5) - (3).2 \text{ (e. r.)}$$

Formo el nuevo sistema equivalente C.

$$
C\left\{\begin{array}{llr}
2s+t-6v-w-z & =0 & (1 \\
t-3v-w-x & =0 & (2 \\
s-v & =0 & (1) \\
u-x & =0 & (2) \\
4u-3x-2y & =0 & (3) \\
4s-t+2u-y & =0 & (4)
\end{array}\right.
$$

En C eliminamos la x entre (2) y (3).

$$
\begin{array}{lr}
3u-3x=0 & (2).3 \\
4u-3x-2y=0 & (3) \\
\hline
u-2y=0 & (3)-(2).3=(\text{e. r.})
\end{array}
$$

El nuevo sistema equivalente será el D.

$$
D\left\{\begin{array}{llr}
2s+t-6v-w-z & =0 & (1 \\
t-3v-w-x & =0 & (2 \\
u-x & =0 & (3 \\
s-v & =0 & (1) \\
4s-t+2u-y & =0 & (2) \\
u-2y & =0 & (3)
\end{array}\right.
$$

Elimino en D la u entre (2) y (3).

$$
\begin{array}{lr}
4s-t+2u-y=0 & (2) \\
2u-4y=0 & (3).2 \\
\hline
4s-t+3y=0 & (3).2-(2)\,(\text{e. r.})
\end{array}
$$

Formamos el nuevo sistema equivalente E.

$$
E\left\{\begin{array}{llr}
2s+t-6v-w-z & =0 & (1 \\
t-3v-w-x & =0 & (2 \\
u-x & =0 & (3 \\
u-2y & =0 & (4 \\
E'\left\{\begin{array}{l} s-v \\ 4s-t+3y \end{array}\right. & \begin{array}{l} =0 \\ =0 \end{array} & \begin{array}{r} (1) \\ (2) \end{array}
\end{array}\right.
$$

En el sistema reducido E′ eliminamos la s para llegar á la *ecuación final.*

$$
\begin{array}{rr}
4s \quad - 4v \quad = 0 & (1) . 4 \\
4s - t \quad - 3y = 0 & (2) \\
\hline
t - 4v - 3y = 0 & (1) . 4 - (2)
\end{array}
$$

Esta ecuación final la escribiremos así:

$$t - 4v = 3y.$$

Esta ecuación se satisface si ponemos

$$t = 7y, \qquad v = y,$$

y por consiguiente los valores generales serán:

$$t = 7y + 4m, \qquad v = y + m.$$

De la (1) de E′ se saca

$$s = v = y + m.$$

De la (4) de E

$$u = 2y.$$

De la (3) de E

$$x = u = 2y.$$

De la (2) de E sale

$$w = t - 3v - x = 7y + 4m - 3(y + m) - 2y = 2y + m.$$

Y por último de la (1) de E sacamos

$$z = 2s + t - 6v - w = 2(y + m) + (7y + 4m) - $$
$$- 6(y + m) - (2y + m) = y - m.$$

Como las incógnitas deben ser enteras y positivas y m es una indeterminada que no puede recibir más que valores enteros, debemos establecer aquellas condiciones:

$$s = y + m > 0 \qquad m > - y. \qquad (a)$$

$$t = 7y + 4m > 0 \qquad 4m > - 7y; \quad m > - \frac{7}{4} y. \qquad (b)$$

$$u = 2y > 0 \qquad \text{implica que } y > 0. \qquad (c)$$

$$v = y + m > 0 \qquad \text{da el mismo límite que } s. \qquad (a)$$

$w = 2y + m > 0$ $\qquad m > -2y$ $\qquad$ (d)

$x = 2y > 0$ $\qquad$ da el mismo límite que u. $\qquad$ (c)

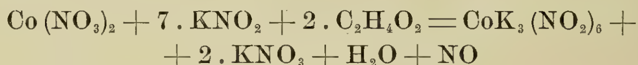
$y = y > 0$ $\qquad$ indica que y debe ser positiva.

$z = y - m > 0$ $\qquad -m > y, \quad m < y.$ $\qquad$ (e)

El límite inferior para m es $-y$, y el superior $+y$, y como y puede ser cualquier número entero, si le asignamos el valor 1, debiendo ser $m > -1$ (*a*) y $m < 1$ (*e*) el único valor asignable á m en la hipótesis de ser $y = 1$, es $m = 0$. La expresiones de las incógnitas en tal supuesto serán:

$$s = 1, \quad t = 7, \quad u = 2, \quad v = 1, \quad w = 2, \quad x = 2, \quad y = 2 \quad z = 1,$$

y la reacción será:



$$Co(NO_3)_2 + 7 . KNO_2 + 2 . C_2H_4O_2 = CoK_3(NO_2)_6 + \\ + 2 . KNO_3 + H_2O + NO$$

(como la del doctor Sorkau).

Vemos aquí realizado cuanto habíamos previsto acerca de las paridades. Esta consideración puede utilizarse á veces para disminuir, unas, el número de ecuaciones del sistema á resolver, y otras, el grado de indeterminación del sistema. Tendremos ocasión más adelante de volver sobre este punto, que no carece de interés, y del que nada dicen los libros; por lo que nos atribuímos esa pequeña invención.

Y pasamos al *capítulo segundo.*

Dice el profesor Sorkau (pág. 29). En el caso de que se conozcan con seguridad todos los productos que se forman por la reacción, se puede también aplicar el *método algebraico* para hallar los índices de la ecuación. Este método, que no exige conocimiento del mecanismo de reacción, se basa únicamente sobre la ley de conservación de la materia.

Trata en este capítulo su autor de los casos en que hay tantas ecuaciones como incógnitas, ó una incógnita más que el número de ecuaciones dadas y los desarrolla con cinco ejemplos de los que transcribiremos el quinto.

En este punto, estamos completamente de acuerdo; nuestros resultados y los obtenidos por el doctor Sorkau *son* rigurosa y necesariamente *concordantes.*

Ejemplo 5. *El yodo es oxidado por el ácido nítrico hasta el ácido yódico.* Suponiendo que la reacción vaya en el mismo sentido que la del fósforo y ácido nítrico en presencia del agua, formularemos la ecuación así:



$$u \,.\, I + v \,.\, HNO_3 + x \,.\, H_2O = y \,.\, HIO_3 + z \,.\, NO.$$

$$u = y \qquad (1)$$

$$\left.\begin{array}{l} v + 2x = y \\ v = z \\ 3v + x = 3y + z \end{array}\right\} \left.\begin{array}{l} y = -3x \\ 2v + x = 3y \end{array}\right\} \, v = -5x \qquad \begin{array}{r} (2) \\ (3) \\ (4) \end{array}$$

$$u = y; \quad y = -3x; \quad v = -5x; \quad v = z.$$

Para $x = -1$, obtenemos:

$$x = -1; \quad y = +3; \quad u = 3; \quad v = +5; \quad z = 5.$$

El signo negativo del valor para x, nos enseña que debemos pasar la fórmula del agua al otro lado de la ecuación, es decir, que no se necesita agua para efectuar la reacción; la ecuación es, por consiguiente:



$$3 \,.\, I + 5 \,.\, HNO_3 = 3 \,.\, HIO_3 + 5 \,.\, NO + H_2O$$

ó escribiendo el yodo en su forma molecular:



$$3 \,.\, I_2 + 10 \,.\, HNO_3 = 6 \,.\, HIO_3 + 10 \,.\, NO + 2 \,.\, H_2O.$$

ANGEL PÉREZ.

(Continuará.)

CRISTALES Y RAYOS X[1]

Hace pocos años aún los sabios discutían apasionadamente acerca de la naturaleza de los rayos de Röntgen, aunque la mayor parte de ellos admitieran que estas radiaciones habían de ser clasificadas entre los fenómenos cuya sede está en el éter luminífero.

En efecto los rayos X se mostraban independientes de la acción de los campos magnéticos ó eléctricos, y si no eran más que la trayectoria de corpúsculos materiales, como los rayos catódicos, no había duda de que estos corpúsculos no llevaban cargas eléctricas, y, por esto mismo, quedaba muy poco probable su constitución corpuscular. Sin embargo no se podía poner en evidencia ninguna reflexión ó refracción, y mediante mediciones muy precisas é ingeniosas, Gouy había mostrado que, para ellos, el índice de refracción de las substancias más distintas no podía diferir de la unidad en más de un millonésimo. Por otra parte, se observaba que no transportan todos la misma cantidad individual de energía, y Rutherford pudo medirla para un haz dado. De estos trabajos y de los de Clungh resultaba que, en promedio, aquella energía era quinientas veces mayor que la llevada por un haz análogo de luz solar á la superficie de la tierra, pero quedaba para determinar la naturaleza de ella.

Las experiencias de Haga, Wind y Sommerfeld parecían manifestar que, con los rayos de Röntgen, se podían verificar fenómenos curiosos de difracción, y Barka á su vez mostró que son capaces de evidenciar una verdadera polarización, pues los rayos secundarios emitidos por una superficie metálica herida por los rayos X tienen una intensidad variable, cuando se cambia el plano de incidencia en torno del haz primario. Por último M. E. Marx consiguió medir la velocidad de propagación mediante un método muy ingenioso y compa-

rarla directamente con la propagación de las ondas eléctricas; el resultado dió una igualdad perfecta, suministrando así una presunción muy grande á favor de la hipótesis de vibraciones etéreas.

Ya en aquella época, en virtud de los caracteres observados, la solución más natural del problema consistía en considerar los rayos X como radiaciones ultravioletas de longitud de onda muy pequeña, y esta hipótesis estaba confirmada por los trabajos de Buisson, Righi, Lenard según los cuales quedó sentado que los rayos de longitud de onda muy corta producen, sobre los conductores metálicos, del punto de vista de los fenómenos eléctricos, efectos del todo análogos a los de las radiaciones de Röntgen, y también por las experiencias de Perreau de las cuales resultó que las mismas influenciaban la resistencia eléctrica del selenio.

Sin embargo, aun subsistía una dificultad de gran trascendencia: las radiaciones más cortas, que son las de Schumann, se refractaban al atravesar el cuarzo y nunca se podía engendrar la menor refracción de los rayos X. Por otra parte, los rayos de Schumann resultan tan absorbibles que no se pueden observar sino en el vacío, mientras la propiedad más notable de los rayos X consiste en la facilidad asombrosa de atravesar los obstáculos.

Por esto mismo unos sabios llegaron a atribuir los rayos de Röntgen á vibraciones longitudinales que se propagaran en los ambientes dieléctricos con una velocidad igual a la de la luz. Otros, haciendo suya la teoría primitiva de Sir Jorge G. Stokes, renovada después por Wieckert, admitieron que eran debidos á una sucesión de *pulsaciones* independientes del éter que se engendran en una los puntos donde las moléculas proyectadas por el cátodo de la ampolla de Crookes encuentran el antecátodo, no siendo aquellas vibraciones continuas como las radiaciones especiales, sino aisladas, sumamente breves y transversales como las ondulaciones luminosas, mostrando la teoría que han de propagarse con una velocidad igual á la de la luz y no pueden dar lugar á reflexión ó refracción, quedando sin embargo capaces de manifestar en ciertas condiciones fenómenos de difracción, y todos estos caracteres parecían reunidos en los rayos de Röntgen.

Por último, unos cuantos físicos, á pesar de la falta de toda desviación por la acción de un campo eléctrico ó magnético, no dejaron de considerarlos como muy parecidos á los rayos catódicos: para ello admitieron que los formaban electrones lanzados con una velocidad tan grande que, por la inercia, no podían ya apartarse de su trayectoria, siendo Sutherland uno de los iniciadores de esta teoría. En cuan-

to á Gustavo Le Bon, los consideraba como el tipo de límite extremo del estado material, ó sea de una de las últimas etapas del desvanecimiento de la materia antes de su regreso definitivo al estado de éter.

Este era el estado de la ciencia cinco ó seis años atrás, y vemos por el breve resumen anterior que distaba mucho de presentar un conjunto homogéneo y satisfactorio; se sentía que la física estaba sufriendo entonces, respecto a los rayos descubiertos por Röntgen, una de las crisis transitorias, señaladas por la confusión y las opiniones contradictorias, que preceden por lo general los períodos en los cuales las teorías se armonizan y se sientan provisionalmente, pues la ciencia es sobre todo evolutiva y, en pro de su progreso mismo, no hemos de desear nunca que las hipótesis se admitan con un carácter definitivo.

Para decidir entre las dos teorías principales respecto á la naturaleza de los rayos X, ó sea la que hacía de ellos ondas electromagnéticas de longitud muy pequeña y la que los consideraba como radiaciones corpusculares, había que encontrar una experiencia decisiva, un *experimentum crucis,* que no dejara subsistir ninguna duda. Ahora bien, en la primera hipótesis, estos rayos han de penetrar entre las moléculas cristalinas y comunicar á los átomos una excitación que dé lugar á vibraciones libres ó impuestas del conjunto *reticular,* capaces de engendrar fenómenos de interferencias, ó, lo que es equivalente, de suministrar una imagen por difracción de la red de Bravais. En efecto sabemos que la cristalografía descansa, ya hace años, sobre la hipótesis debida á este sabio de que las partículas elementales de la molécula cristalina están repartidas en los nudos de un conjunto reticular, y tal hipótesis ya había recibido tantas confirmaciones notables de la experiencia que se podía considerarla como universalmente aceptada. Por otra parte, los progreso realizados por las ciencias fisicoquímicas llevaron á los sabios á comprobar la existencia de las partículas últimas de la materia, y estos consiguieron verlas ó más bien tocarlas en cierto modo; convirtiéndose así la molécula y el átomo en realidades concretas.

Por último, en 1910, Laue, Friedrich y Knipping dieron á conocer al mundo de los sabios una serie de experiencias que ponían en evidencia tangible la estructura reticular de la materia cristalizada. Se comprende toda la importancia de este descubrimiento, del punto de vista de la cuestión en tela de juicio, pues la red cristalina podía desempeñar, con respecto a los rayos X, supuestos formados de ondas electromagnéticas muy cortas, el papel de las redes comunes respecto á las ondas luminosas de longitud mucho mayor.

En estas condiciones el descubrimiento que ponía en evidencia la estructura reticular de los cristales podía completarse con la determinación definitiva de la naturaleza de los rayos de Röntgen. De esta cuestión, considerada del doble punto de vista de dos progresos realizados simultáneamente en las ciencias fisicoquímicas, me propongo discurrir ahora en un estudio sintético que resuma el estado actual de la ciencia y las varias peripecias que señalaron el camino que hubo de seguir ella para alcanzar el resultado anhelado (1).

I

EXPERIENCIAS DE LAUE, FRIEDRICH Y KNIPPING

Si los rayos X no son sino ondas electromagnéticas de longitud muy pequeña, conforme á la hipótesis hecha por la mayoría de los sabios, ó sea del orden de 10^{-9} centímetros (2) según los cálculos de Laue, han de penetrar entre las moléculas cristalinas cuyo orden de magnitud es poco diferente ó de 10^{-8} centímetros. Por lo tanto la experiencia decisiva ha de concretarse esencialmente en mandar un pincel angosto de rayos en una dirección perpendicular á una lámina de caras paralelas y estudiar la radiación transmitida mediante la impresión resultante sobre una placa fotográfica.

No me parece de mayor utilidad describir detenidamente el aparato construído por Friedrich y Knipping para las experiencias ideadas

(1) En una de las reuniones preliminares á la instalación definitiva de la *sección fisicoquímica* de la cual una comisión provisional nombrada por los adherentes tenía por objeto concretar la organización y el fin, se emitió la idea de incluir entre sus tareas principales la publicación de síntesis anuales que abarcarían los progresos y desarrollos más notables alcanzados recientemente en las ciencias comprendidas en su campo de actividad. Hoy me permito ofrecer a los *Anales*, esta primera síntesis cuyo argumento tiene una importancia innegable. Este trabajo pues tiene sólo por objeto resumir los últimos descubrimientos y presentar á los lectores un cuadro del estado actual de la ciencia en cuanto á la naturaleza de los rayos de Röntgen y la estructura de los crislales. No pretende pues ser original, y la mayor parte la saqué de los sabios artículos de Louis Brunet publicados en la *Revue générale des sciences*, años 1893 y 1915.

(2) El orden de la longitud de onda media del espectro visible es de $\frac{1}{1 \cdot 000 \cdot 000}$ de centímetro y el de la onda de los rayos X mil veces más pequeño, ó sea de $\frac{1}{1 \cdot 000 \cdot 000 \cdot 000}$ de centímetro.

por estos físicos, y bastará dar de él una descripción breve suficiente para definir su principio y funcionamiento.

Del antecátodo de un tubo de Röntgen sale un haz de rayos X del cual se aisla una porción de un milímetro de diámetro más ó menos, mediante cuatro pantallas agujereadas y arregladas en una forma conveniente, estando formada una de ellas de una lámina de plomo de un centímetro de espesor que se puede orientar de modo que su eje coincida exactamente con el de un telescopio.

El pincel atraviesa la lámina cristalina pegada sobre un goniómetro, y en torno de la cual, en varias direcciones, están dispuestas á distancias diferentes unas cuantas placas fotográficas que registran la repartición de la intensidad de los rayos secundarios emitidos por el cristal; el conjunto además está abrigado contra toda perturbación exterior por otra pantalla y una caja, ambas de plomo.

Si se toma una lámina de caras paralelas de 0,5 milímetros de espesor cortada en un cristal cúbico de blenda de cinc paralelamente á una de las caras del cubo, ó sea perpendicularmente á un eje cuaternario principal, y si se la expone normalmente al pincel de rayos X primarios, se consiguen, después de desarrolladas las placas con el rodinal, los resultados siguientes.



Fig. 1

Para fijar las ideas, supongamos que se hayan colocado cinco placas fotográficas; una de ellas presenta una mancha circular en el punto en que fué atravesada por los rayos primarios; otras dos, opuestas la una á la otra, presentan un tinte negruzco uniforme; las últimas, más lejanas y dispuestas la una tras la otra, ofrecen impresiones análogas (fig. 1). Las magnitudes de las manchas en éstas están en la misma relación que las distancias del cristal á las dos placas, lo que muestra que la radiación, después de salir del cristal, ha seguido una línea recta.

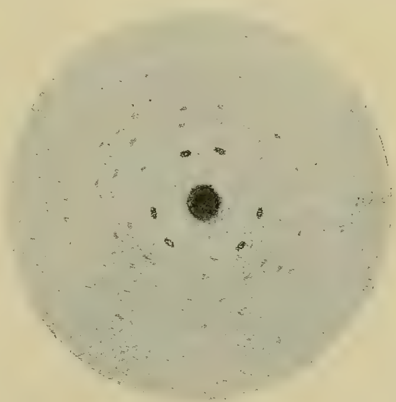
Por otra parte, las dimensiones de las distintas manchas son iguales en las dos placas, á pesar de la distancia mayor de una de ellas, lo

que nos enseña que cada una está debida á un haz paralelo de rayos secundarios.

Consideremos con detención la figura 1: en el centro aparece una mancha circular que corresponde al punto de encuentro del haz primario y, alrededor, dispuestas en orden simétrico, una serie de otras manchas más pequeñas, algo elípticas, debidas á una radiación secundaria. El carácter cuaternario del eje de simetría según el cual los rayos X atraviesan el cristal se vuelve á notar inmediatamente al mirar la figura. Podemos también trazar en ella dos planos de simetría ortogonales, y, después de elegir una cualquiera de las manchas no ubicadas en uno de estos planos, hacer que, por reflexión en un espejo y mediante una rotación de 90 grados, llegue á tapar otras siete manchas análogas. Si al contrario la mancha elegida está en uno de los planos de simetría, es imposible hacerla coincidir con más de otras tres.

Es fácil sacar de estas observaciones una consecuencia trascendental: *el conjunto de las propiedades observadas corresponde en una forma notable á la simetría* HOLAEDRA *del sistema cúbico,* aunque la blenda de cinc forme parte de una clase *hemiedra* de éste.

La existencia de la red cristalina, de este modo, se evidencia en la forma más inesperada y, al propio tiempo, aparece la prueba de que sólo la red interviene en la formación de la figura. En efecto, sólo las redes gozan siempre de la simetría holaedra y determinan el sistema cristalino y también los ángulos de las caras conforme á la ley de los índices racionales.


Fig. 2

Pero hay algo más, y otras experiencias vinieron á confirmar estas deducciones. Si un pincel de rayos X cae sobre una lámina de blenda de cinc cortada paralelamente á la cara del octaedro, ó sea perpendicularmente á un eje ternario, se obtiene otra imagen, que está caracterizada por tres pares de manchas simétricamente dispuestas á 120 grados las unas de las otras, lo que significa que la figura presenta un eje de simetría ternario (fig. 2).

Si el pincel está dirigido normalmente á una cara del rombo dode-

caedro, la imagen ya no ofrece sino un eje de simetría binario, conforme con lo que había de esperarse.

Si por último se desplaza la lámina paralelamente á su plano meridiano, siempre resulta igual imagen para una lámina dada, y además una orientación perfecta es imprescindible para obtener imágenes idénticas. Si el pincel incidente forma un ángulo de unos cuantos grados con el eje de la lámina resulta aun un grupo de manchas, pero desaparece la simetría, lo que prueba otra vez que la red es sin duda la única causa de la producción de las manchas.

Laue prosiguió el estudio teórico tan completo como fuera posible de los fenómenos de interferencia generadores de la figuras anteriores

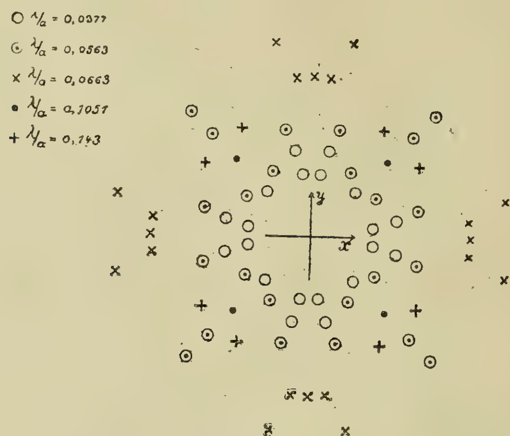


Fig. 3

y llegó á calcular la posición que han de ocupar las manchas cuando se dan las constantes de la red cristalina, la longitud probable de onda de la radiación secundaria y la distancia de la lámina á la placa fotográfica. En el caso de la blenda de cinc cortada perpendicularmente á un eje cuaternario, las posiciones calculadas de los puntos de interferencias resultan de la figura 3 que está de acuerdo en una forma muy notable con la figura 1, menos en cuanto á dos puntos. Tal concordancia constituye otra prueba de la exactitud de la teoría acerca de las interferencias, pues nos enseña al propio tiempo que la radiación secundaria es de naturaleza ondulatoria, con la consecuencia casi necesaria de que la radiación primaria pertenece á igual orden de fenómenos. Según Laue, la única diferencia entre las dos radiaciones consiste en el hecho de que las primarias están constituídas por *ondas*

de impulso no periódicas, mientras las secundarias presentan un carácter mitigado de periodicidad.

Tal era el estado de la cuestión después de las investigaciones de Laue, Friedrich y Knipping en 1910.

II

TRABAJOS DE W. H. BRAGG Y W. L. BRAGG

Aunque las experiencias que resumimos en el párrafo anterior no dieran una solución definitiva y satisfactoria acerca de la naturaleza de los rayos X, por lo menos contribuyeron á poner en evidencia el poder refractor para estas radiaciones de la estructura reticular de los cristales y á fundar un método de investigación que podía resultar más fecundo mediante la intervención de otros experimentadores. Entre éstos aparecen en primera fila W. H. Bragg, profesor en la Universidad de Leeds y W. L. Bragg del Trinity College de Cambridge. Estos sabios ingleses escribieron una serie de memorias notables que fueron de gran provecho para hacer progresar el conocimiento científico respecto á los rayos X y la estructura de los cristales. Las resumieron el año pasado en una forma sintética, publicando un libro con el título de *X raids and cristal structure* (1) cuyo análisis suministra la exposición más clara de los progresos realizados en esta región de las ciencias.

Una red óptica, para descomponer una onda luminosa, ha de presentar entre sus elementos una distancia constante comparable con la longitud de ésta; ahora bien, los que, por inducción, consideraban los rayos X como debidos á ondas del éter luminífero, ya les atribuían una longitud vecina de 10^{-9} centímetros, ó sea del orden de magnitud de las distancias entre las moléculas de un sólido, y resultaba del todo imposible la construcción de una red óptica de constante tan pequeña. Ya sabemos que la idea genial de Laue consistió en valerse de la distribución regular de los átomos ó moléculas en un cristal como si fuera una red de refracción adecuada para los rayos de Röntgen. Observemos que el problema se complicaba con el hecho de que la red cristalina tiene tres dimensiones en contra de las redes ópticas

(1) Volumen en 8º de 229 páginas con 75 figuras. Bell and Sons, Londres, 1915.

que son superficiales. Sin embargo Laue consiguió resolver el problema de la difracción en las redes cristalinas mediante grandes esfuerzos y un cálculo muy complicado cuyas dificultades sin embargo supo dominar, poniendo los experimentadores en condición de alcanzar los resultados ya maravillosos señalados en el párrafo anterior. Pero W. L. Bragg tuvo el mérito de mostrar que el problema se puede resolver en una forma mucho más sencilla, aunque equivalente en cuanto á las consecuencias.

Supongamos una serie de partículas materiales colocadas en un plano: cuando una perturbación las alcanza, cada una emite una onda difractada que se va propagando en todas las direcciones, y estas ondas, conforme á los principios, tienen todas por envolvente un frente de onda reflejada, ó, lo que es equivalente, se combinan para formar dicho frente de onda que está regido por las leyes de la reflexión sobre un plano.

Veamos ahora un ambiente cristalino cuyas partículas disfrutan

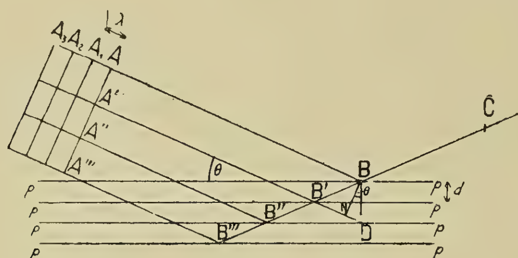


Fig. 4

sin duda del arreglo por planos; si elegimos uno de éstos y buscamos la dirección según la cual una onda estaría reflejada por él y por los demás paralelos á éste, tendremos que prever un máximo de interferencia en la misma dirección.

Observemos que la agrupación de las partículas según planos en un cristal se puede verificar de mil maneras distintas, pero, por no tener todos igual importancia, los de mayor densidad, por lo general paralelos a las caras externas del cristal, han de ejercer una influencia preponderante. Si pues se verifica una perturbación sobre el cristal, con toda probabilidad su energía difractada se concentrará en haces definidos que podemos considerar como reflexiones débiles de la perturbación sobre las caras *posibles* dentro del cristal.

Observemos aún que esta reflexión es distinta de la de la luz común por las superficies, pues no depende de la presencia de una cara

exterior pulida, sino del arreglo de los planos internos, y será en este sentido especial que habremos de entender la palabra *reflexión,* cada vez que la usemos en lo que sigue.

Consideremos, pues, esta reflexión así definida de un tren de ondas regular y representemos la estructura cristalina por la serie de los planos p (fig. 4), distantes el uno del otro de una longitud constante d, representando las rectas A, A_1, A_2, A_3, ... un tren de ondas planas de longitud λ, y elijamos las ondas que, después de reflejadas, se reunen en la dirección BC. La comparación de las distancias que han de recorrer á partir de un frente AA''' antes de alcanzar el punto C nos enseña que los caminos resultan iguales á ABC, $A'B'C$, $A''B''C$, etc. Sea BN la normal á $A'B'$ y D la imagen de B con relación al plano que pasa por B', tenemos:

$$B'B = B'D$$

$$A'N = AB.$$

La diferencia de marcha entre $A'B'C$ y ABC tiene por expresión:

$$B'D - B'N = ND = 2d \text{ sen } \theta,$$

y la diferencia entre $A''B''C$ y $A'B'C$ tiene igual valor, que resulta también para las demás diferencias análogas.

Si ahora ND representa la longitud de onda ó es igual á un múltiplo entero de ésta, todos los trenes de ondas reflejados por los planos p resultan de igual fase y sus amplitudes se suman, pero si ND difiere tan poco como se quiera de λ, las ondas reflejadas tendrán todas las relaciones posibles de fase y por lo tanto la amplitud resultante quedará prácticamente nula.

En resumen, cuando un tren de ondas de longitudes iguales llega á la superficie del cristal, la reflexión no se verifica sino para ciertos valores del ángulo de incidencia, dados por las relaciones:

$$\lambda = 2d \text{ sen } \theta_1$$

$$2\lambda = 2d \text{ sen } \theta_2$$

$$3\lambda = 2d \text{ sen } \theta_3$$

$$\cdots\cdots$$

Bragg llama la reflexión bajo el ángulo θ_1 reflexión del *primer orden,* con el ángulo θ_2 del *segundo orden,* y así sucesivamente.

Si ahora se considera un arreglo diferente de los planos p, distantes el uno del otro de una longitud d', la reflexión de rayos de longitudes iguales de onda no se podrá verificar sino en las formas siguientes:

$$\lambda = 2d' \text{ sen } \theta_1'$$
$$2\lambda = 2d' \text{ sen } \theta_2'$$
$$3\lambda = 2d' \text{ sen } \theta_3'$$
$$\ldots\ldots$$

Resulta, pues, que si medimos los ángulos θ_1, θ_2, θ_3, ... con los cuales se hace la reflexión, tendremos una relación entre λ y la constante d de la red. Con una misma cara del cristal, se pueden comparar las longitudes de onda de las distintas vibraciones monocromáticas, y, si se usa una sola longitud de onda, las distancias d para distintos cristales ó diferentes caras de un mismo cristal. Con esto tenemos el medio de estudiar la estructura cristalina y analizar un haz de rayos. Pero, para ello, hemos de tener á nuestra disposición un instrumento que sirva para observaciones tan delicadas, y este aparato llamado *espectrómetro de rayos X* fué ideado y construído simultáneamente por W. H. Bragg y W. L. Bragg por una parte y Moseley y Darwin por otra, sin que estos grupos de sabios hubiesen comunicado el uno con el otro.

El aparato Bragg, en su conjunto general, es muy parecido al espectrómetro común: al colimador corresponde una serie de hendeduras angostas que aislan un pincel de rayos X dirigido de modo que pase por el eje del aparato, y un cristal fijo sobre un platillo giratorio substituye la red de difracción. La cara de este cristal, ó más bien la serie de planos reflectores, es paralela al eje, girando aquél en torno de éste hasta que la cara llegue á formar un ángulo conveniente con el pincel incidente. El rayo reflejado penetra después en una cámara de ionización llena de gas que reemplaza al telescopio común, y la medición de la corriente de ionización por un electroscopio está á su vez substituída al ojo del observador ó á la placa fotográfica.

En este aparato de Bragg el tubo de rayos X presenta una forma especial: el antecátodo está colocado perpendicularmente al haz de rayos catódicos y los rayos X salen de él bajo un ángulo muy pequeño con el objeto de suprimir tanto como se pueda el efecto nocivo del desplazamiento de la mancha catódica en la superficie del antecátodo y dar un pincel de rayos emitidos por una fuente de gran intensidad y casi puntual. El tubo de rayos X está encerrado en una caja de madera con una envoltura espesa de plomo, y los rayos salen por una hendedura muy angosta atravesando á veces á otra móvil de modo que se pueda acercarla más ó menos al cristal. En cuanto á éste, está pe-

gado con cera sobre el platillo giratorio que lleva un brazo provisto de un nonio móvil en un círculo graduado.

El pincel de rayos reflejados atraviesa otra hendedura que se puede regular á voluntad y penetra en la cámara de ionización, giratoria á su vez como el cristal, alrededor de un eje común. Esta cámara consiste en un cilindro de latón agujereado cuya ventanilla está tapada por un hoja delgada de aluminio que deja penetrar casi todos los rayos; está llena de un gas que los absorbe y produce una corriente de ionización intensa, siendo el gas más adecuado con este objeto el bromuro de metileno. La cámara está aislada y mantenida á un potencial elevado, mientras su electrodo interior está unido por un hilo delgado con envoltura metálica á un electroscopio cuya hoja de oro está alumbrada por reflexión mediante un espejo y observada con un microscopio. Cuando el pincel reflejado resulta bastante intenso, esta hoja se mueve en un cuadrante á razón de 10 á 20 divisiones por segundo.

El dispositivo de Moseley y Darwin es algo diferente: los rayos X atraviesan dos hendeduras y vienen á reflejarse sobre el cristal que los manda á un detector compuesto de una caja metálica impermeable en la cual penetran por una ventanilla de mica abierta en una pantalla de plomo y caen después, bajo una incidencia muy pequeña, sobre una de las tapas de la misma caja que, con una lámina paralela, constituye un condensador con el objeto de medir la intensidad del rayo incidente. Otro condensador colocado en el tubo del colimador, sirve para medir, también por ionización, la intensidad de la radiación primaria; por lo general se usa el helio en el detector, y dos electrómetros sirven para la medición de las corrientes de ionización.

Este aparato tiene la ventaja de poner en evidencia las variaciones de intensidad que se pueden verificar en el haz primario durante la experiencia y permite tenerlas en cuenta en la apreciación de los resultados que registra el detector, mientras el de Bragg está concebido en la hipótesis de que la intensidad del haz incidente permanece constante, lo que no es cierto en todos los casos.

Veamos ahora cómo se usa el espectrómetro de rayos X.

Á veces se coloca el cristal en una posición dada y se pone en movimiento lento la cámara de ionización, observándose la intensidad de la corriente en cada una de las orientaciones sucesivas de ésta. Pero Moseley cambió este método y substituyó á la cámara de ionización una placa fotográfica. El espectrómetro está encerrado completamente en una envoltura en la cual se hace el vacío con el fin de evitar que los rayos sean absorbidos por la capa de aire.

Por último de Broglie (1) introdujo una modificación en el procedimiento fotográfico, armando el cristal en un cilindro de barómetro registrador que giraba con una velocidad angular de dos grados por hora. Al principio, el haz de rayos X incidente es paralelo á la cara del cristal, y el ángulo de incidencia varía con el tiempo en una forma regular, pero el haz reflejado, que gira con una velocidad dos veces mayor, viene á barrer una placa en la cual se inscribe continuamente. De este modo se obtiene un verdadero espectro de rayas que tiene el aspecto de las fotografías de espectros luminosos, aunque esté formado por la superposición de varios, debidos á las reflexiones sobre los distintos planos del cristal arrastrados por la rotación de éste.

Otro método consiste en poner en movimiento en conjunto el cristal y la cámara de ionización, de modo que el desplazamiento de ésta resulte siempre dos veces mayor que el del cristal. En estas condiciones, la reflexión se verifica siempre sobre la región de la cara cristalina vecina del eje. En este caso la hendedura es más angosta, con el objeto de definir el pincel incidente en una forma más nítida y evitar el inconveniente de que las distintas regiones de una cara cristalina muchas veces se encuentran fuera de la alineación de algunas de ellas con respecto á las otras.

Por último, un tercer método consiste en hacer girar el cristal, quedándose inmóvil la cámara de ionización y abierta la hendedura. Es preciso entonces que el pincel incidente resulte tan delgado como se pueda; cuando va girando el cristal, cada longitud de onda de la radiación está reflejada sucesivamente.

El estudio, muy completo y con todas las precauciones deseables, que debemos á los trabajos de W. H. Bragg y W. L. Bragg, demostró que, en las distintas experiencias, los espectros suministrados por uno cualquiera de los métodos antes definidos resultan muy puros y notablemente independientes de la divergencia de los rayos incidentes y de las irregularidades del cristal.

(1) *Comptes rendus de la Académie de sciences de Paris,* tomo CLXII, página 924, 17 de noviembre de 1913; *Journal de physique,* 5ª serie, tomo IV, página 101, febrero.

III

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ESPECTRÓMETRO

Sabemos que, cuando resulta poco perfecto el vacío en el tubo de rayos X, el número de los electrones emitidos es considerable con una velocidad bastante pequeña, y los rayos engendrados tienen entonces un poder de penetración más bien débil: en este caso se dice que el tubo es *suave*. Si al contrario el vacío alcanza un grado muy elevado, lo que se verifica por el uso mismo, el número de los electrones va disminuyendo con mayores velocidades y se producen rayos X muy penetrantes; se dice entonces que el tubo es *duro*.

Observemos que un haz de rayos X, emitido por un tubo vacío, se compone de radiaciones muy distintas, y por eso mismo la interpretación de los resultados se pone muy difícil. Sin embargo se obtienen haces de rayos más ó menos homogéneos. En efecto Barkla y sus colaboradores pudieron, desde 1908, poner en evidencia el hecho de que, si caen rayos X sobre distintos metales, éstos emiten otros rayos X que llamaron *rayos característicos,* de calidad uniforme, variable con el metal y que no depende sino de la naturaleza de éste y no del origen de los primarios. La única condición es que éstos resulten más duros que la radiación característica, y si son muy suaves no pueden engendrar ningún rayo de esta naturaleza.

Además aparecen simultáneamente otras dos clases de rayos: los primeros, llamados *dispersados,* parecen idénticos á los primarios, los segundos son *corpusculares* y muy parecidos á los catódicos. Con la eliminación completa de estas dos categorías de rayos que aparecen en proporción variable con la naturaleza del metal, no quedan sino las radiaciones *características homogéneas,* uniformemente repartidas alrededor del radiador.

Conviene recordar ahora las propiedades más notables de las radiaciones características homogéneas.

Pierden fracciones sucesivas iguales de su energía cuando atraviesan una serie de capas iguales de una misma substancia, y la energía transmitida I que puede expresar en función de la energía inicial I_0 mediante la relación:

$$I = I_0 e^{-ax},$$

siendo a la constante de absorción y x el espesor atravesado. Con la introducción de la densidad ρ de la substancia, la relación toma la forma siguiente:

$$I = I_0 e^{-\frac{a}{\rho}\rho x},$$

siendo la fracción $\frac{a}{\rho}$ el *coeficiente de absorción de masa*. Por otra parte, la calidad de un haz homogéneo se puede definir mediante este coeficiente de absorción en una substancia dada elegida como término de referencia, y el aluminio fué adoptado con este objeto.

La experiencia á su vez nos enseña que el poder de penetración de una radiación característica crece con el peso atómico del metal que la emite; resulta que la radiación característica de un átomo cualquiera puede excitar la correspondiente de otro menos denso, y no la de un átomo más pesado. Por último se observó que ciertos metales emiten al menos *dos* radiaciones características en condiciones convenientes, y Barkla las designó con los nombres de *serie K* y *serie L de radiaciones fluorescentes*. Para cada metal, la radiación K es más ó menos 300 veces más penetrante que la radiación L; toman ambas mayor dureza á medida que va aumentando el peso atómico del radiador.

Con los metales de peso atómico grande, desde 108 hasta 239, las radiaciones de un tubo de rayos X común no pueden excitar sino la característica L suave; con otros cuyos pesos atómicos varían de 52 á 140, se observa solamente la radiación K. Por último los metales livianos no dan ninguna radiación, posiblemente porque la que pueden suministrar es muy absorbible.

Observemos que las radiaciones características presentan una analogía notable con las fajas de un espectro óptico, y si relaciones conocidas existen entre las longitudes de onda de las rayas asociadas, se puede suponer que existen también entre las series K y L de los rayos de Röntgen. Whiddington encontró una relación empírica sencilla entre los poderes de penetración de las dos radiaciones y el peso atómico. Cuando un metal de peso atómico P_L emite una radiación suave de dureza dada, el peso P_K del metal cuya radiación K es de igual dureza está dado por la relación:

$$P_K = \frac{1}{2}(P_L - 50)$$

y Chapman obtuvo otra expresión algo diferente:

$$P_K = \frac{1}{2}(P_L - 48)$$

que da cuenta más satisfactoria de los resultados experimentales.

Por último las radiaciones características de los metales ofrecen el fenómeno muy conocido de la *absorción por selección* ó *selectiva.* Un metal tiene una transparencia máxima para los rayos X de calidad idéntica á la de una de sus propias radiaciones características, pero la absorción toma un valor excepcionalmente grande para los rayos X de poder de penetración algo mayor que el correspondiente á una de sus radiaciones características. Para rayos más duros, la absorción aumenta rápidamente, y luego, si la dureza sigue creciendo, la absorción vuelve á disminuir hasta reducirse á veces al tipo normal. Kaye mostró que, en vez de dejar caer un haz de rayos X sobre un radiador, es preferible elegir por antecátodo del tubo el metal del radiador, y se puede con esto conseguir directamente las radiaciones características mediante los antecátodos de los tubos de rayos X. La mayor parte de la radiación así engendrada está formada por la característica del metal del antecátodo, especialmente si el tubo es suave. Estas experiencias evidencian la transmisión selectiva de las distintas radiaciones características. Mediante pantallas de igual metal que el del antecátodo, las demás radiaciones se encuentran absorbidas ó transformadas en radiaciones características, y en resumen se consigue definitivamente un haz intenso y casi puro de las mismas.

Así sentadas las indicaciones preliminares que anteceden acerca de la naturaleza y propiedades de las radiaciones características, podemos ahora dar principio al examen de los resultados obtenidos mediante el espectómetro.

Cuando un haz de rayos característicos emitido por un antecátodo metálico cae sobre un cristal en una dirección casi paralela á la superficie, si se hace girar aquél, se observa una ionización particular para cada valor del ángulo de incidencia. Después se puede tomar por abscisas estos ángulos y por ordenadas las intensidades del haz reflejado medidas por el grado de ionización, lo que permite obtener una curva continua, y así queda probada la existencia de una reflexión general de los rayos bajo todos los ángulos. Pero, sobre este espectro continuo se superponen, bajo ciertos ángulos bien definidos, aumentos bruscos y muy caracterizados de intensidad. Se puede así observar varios vértices prominentes, siendo homogéneos los rayos que les

corresponden, como lo muestra el valor de su coeficiente de absorción por el aluminio ú otros metales. Con un antecátodo generador de platino, por ejemplo, aquel coeficiente es más ó menos igual al de los rayos característicos del mismo metal, y estos resultan de este modo en una relación estrecha con el platino, pues los demás metales suministran curvas diferentes. Además son independientes del cristal, por dar todos una forma general de curva igual y de proporciones relativas iguales. La medición de los ángulos de reflexión que corresponden á tres vértices de la curva enseña que los senos están aproximadamente en la razón 1, 2, 3, y de esto se deduce en seguida, según lo explicado más arriba acerca del fenómeno general de la reflexión de los rayos X por los cristales, que estos vértices pertenecen á tres series distintas de rayos homogéneos que se presentan sucesivamente en la forma de espectros de varios órdenes; además Moseley y Darwin pudieron poner en evidencia de este modo hasta cinco elementos homogéneos en la radiación característica del platino. Resulta que por lo general las radiaciones de los distintos metales se componen, no de un elemento homogéneo único, sino de un grupo de rayos de longitudes de onda bien determinadas mezclados con rayos independientes de todas las longitudes de onda. En el mismo orden de ideas, Moseley dedicó todas sus fuerzas al estudio sistemático de los espectros emitido por todos los metales conocidos adecuados á esta clase de experiencias. Con un cristal de ferrocianuro de potasio, pudo registrar los espectros mediante el procedimiento fotográfico y reunir en una sola figura los correspondientes á las radiaciones características de la sucesión de los metales desde el cadmio hasta el cinc. En cada caso estos espectros consisten en dos líneas perfectamente definidas, cuya más intensa corresponde á la longitud de onda más grande y representa posiblemente la radiación K. Las fotografías tomadas por separado están colocadas en la figura según las longitudes de onda crecientes, que á su vez están dispuestas en orden inverso al de los pesos atómicos. Se observa que el latón presenta el espectro del cinc y del cobre y que el cobalto contiene sin duda hierro y niquel. Así el método representa un procedimiento nuevo de análisis muy sensible.

Por último de Broglie, valiéndose de las radiaciones secundarias emitidas por los metales, fuera de los tubos de rayos X, bajo la excitación de un haz de rayos primarios, que se componen sobre todo de los rayos característicos del metal elegido, consiguió obtener á su vez los espectros de unos cuantos elementos.

Los resultados suministrados por el espectrómetro permiten sacar fácilmente de la relación:

$$n\lambda = 2d \text{ sen } \Theta$$

el cálculo de la longitud de onda de los rayos X en función de la constante *d*, distancia que separa dos planos reticulares consecutivos de un cristal tomado por reflector. Pero, para llegar á la determinación numérica de λ, es preciso primero medir esta constante, y más adelante veremos cómo W. H. Bragg y W. L. Bragg pudieron realizar esta medición con la sal gema para los planos paralelos á las caras del cubo, y obtuvieron un valor igual á:

$$d = 2{,}81 \,.\, 10^{-8} \text{ cm.}$$

Los rayos característicos del paladio están reflejados por aquellas caras con una intensidad notable bajo los ángulos 5°,9, 11°,85 y 18°,15 cuyos senos están justamente en las razones 1, 2, 3. Se trata pues de espectros de primero, segundo y tercer orden de una radiación intensa y monocromática. Para el primer orden, la longitud de onda está dada por la relación:

$$\lambda = 2 \times 2{,}81 \times 10^{-8} \text{ sen } 5°{,}9 = 0{,}576 \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

Con el mismo procedimiento se pudo calcular las longitudes de onda de los rayos X homogéneos emitidos por los distintos metales en la serie K y en la serie L. Los resultados conseguidos se pueden comparar después con las deducciones que se sacan de ciertas teorías de la radiación.

Bragg, por ejemplo, midió el coeficiente de *absorción de masa* en el aluminio de los rayos pertenecientes á un vértice definido de la curva del platino y lo encontró igual á 23,7, valor que corresponde á la radiación K característica de un metal de peso atomico 72,5 ó á la radiación L característica de un metal de peso atómico 198. Ahora bien, el peso atómico del platino siendo igual á 195, esta concordancia es harto satisfactoria para que se pueda atribuirla al azar, y, por esto mismo, hemos de admitir que el vértice de referencia está debido á la radiación L.

Podemos también comparar los mismos resultados con los que nos suministra la teoría de los *quanta*, según la cual, cuando un resonador de Planck produce ondas en el éter, la cantidad de energía emitida es siempre un múltiplo exacto del *quantum* de energía $h\nu$, siendo ν la frecuencia y h una constante igual á $6{,}55 \times 10^{-27}$ erg-segundo.

Análogamente la energía catódica necesaria para excitar la radiación K en la teoría de los *quanta* ha de ser igual á la de los rayos X excitados. Supongamos, pues, que se trate de la radiación del platino; el cálculo de su longitud de onda da $1,10 \times 10^{-8}$ cm. y su frecuencia ν tiene por valor el cociente de la velocidad de la luz por la longitud de onda, resultando por consiguiente el producto $h\nu$ igual á:

$$h\nu = 1,78 \times 10^{-8} \text{ erg.}$$

Por otra parte, la regla de Whiddington, en cuanto á la radiación K, permite calcular la energía catódica necesaria para excitar la de un átomo de peso atómico igual á 72,5 equivalente á la que puede excitar la radiación L del platino, como acabamos de explicar, y esta energía tiene por valor aproximado:

$$2 \times 10^{-8} \text{ erg.}$$

La concordancia muy satisfactoria entre los dos valores ha de constituir una nueva confirmación de la teoría de los *quanta.*

Otros resultados conseguidos por Whiddington se pueden comparar también con los que se obtienen con la misma teoría. En efecto este físico mostró que la energía de una radiación X característica es más ó menos proporcional al cuadrado del peso atómico del metal generador. Por otra parte la teoría de los *quanta* nos enseña que es inversamente proporcional á la longitud de onda, y así volvemos á encontrar entre estos resultados una concordancia muy satisfactoria.

Por fin Moseley puso en evidencia una relación de las más interesantes entre la frecuencia ν de los rayos homólogos de las diferentes metales y lo que designó con el nombre de *número atómico* N. Esta relación es la siguiente:

$$\nu = A(N - a)^2,$$

siendo A y a dos constantes y N un número entero que indica el orden de los átomos en la tabla periódica de los metales.

Según Moseley, el orden de los metales definido por los valores calculados de N es igual al de los pesos atómicos crecientes, menos el potasio, el cobalto y el níquel, y para este físico, al aluminio corresponde el valor $N = 13$.

Según Rydberg al contrario, los números atómicos difieren en dos unidades de los de Moseley, resultando para el aluminio el número 15 en vez de 13. Sea lo que sea, parece que este número N ha de representar una propiedad fundamental del átomo. En efecto, según Ruther-

ford, el átomo está formado de un núcleo electrizado positivamente, rodeado de una ó varias envolturas de electrones negativos cuya carga es equivalente á la del ion positivo central. Ahora bien, este físico mostró que la magnitud de esta carga es igual al producto N_e de la carga e del electrón por un número N aproximadamente igual á la mitad del peso atómico. Pero sabemos cuán fundamentales son las relaciones entre los rayos X y los átomos, pues la absorción de estos rayos por las distintas substancias es independiente de su estado físico ó composición química. Se puede admitir, pues, que la longitud de onda de los rayos característicos depende de la magnitud de la carga central, aumentando la frecuencia ν en una forma regular cuando crece aquella. Por otra parte esta hipótesis la averiguó Moseley, valiéndose de una fórmula debida á Bohr que da la frecuencia de la radiación atómica en función de la carga y masa del electrón, de la carga central, de la constante h de Plank y de dos constantes enteras.

En resumen, resulta de los trabajos é investigaciones más recientes que podemos sin vacilar, en el estado actual de la ciencia, clasificar los rayos X entre las radiaciones engendradas por las vibraciones electromagnéticas del éter luminífero, en las mismas condiciones que los rayos ultravioletas ó las oscilaciones hertzianas.

La pequeñez de su longitud de onda los coloca inmediatamente antes de las radiaciones γ que se desprenden de los cuerpos radioactivos y parecen constituídas por rayos X muy penetrantes. Rutherford y Andrade han conseguido en efecto someterlos á la reflexión cristalina, resultando de las experiencias un grupo de rayos homogéneos, en los cuales se puede discernir una radiación L característica.

En estas condiciones, el cuadro completo de las radiaciones electromagnéticas se compone ahora de las longitudes de ondas siguientes colocadas en orden decreciente:

Ondas	Límites de longitud de onda en centímetros
Ondas eléctricas...............	10^6 a 0,4
Rayos infrarrojos.............	0,013 a $7,7 \times 10^{-5}$
Rayos luminosos visibles......	$7,7 \times 10^{-5}$ a $3,6 \times 10^{-5}$
Rayos ultravioletas...........	$3,6 \times 10^{-5}$ a 10^{-5}
Rayos X......................	más o menos 10^{-8}
Rayos γ del radio	más o menos 10^{-9}

Si uno considera el cuadro anterior, se da cuenta fácilmente de que subsisten aun muchas lagunas que llenar entre las varias categorías de ondulaciones, aunque, en los últimos años, las distancias se hayan acortado en una forma notable, y hemos de esperar que la ciencia no

tardará mucho á introducir otros intervalos en esta escala de los sonidos del éter.

IV

EL ANÁLISIS DE LOS CRISTALES

Las experiencias notables de Laue, Friedrich y Knipping que permitieron la clasificación definitiva de los rayos de Röntgen entre las radiaciones debidas á las vibraciones electromagnéticas del éter luminífero, tuvieron por fundamento, como se vió en el párrafo I, el estudio de los fenómenos de difracción y reflexión de aquellos sobre los planos reticulares de los cristales.

Estas experiencias fueron sugeridas á sus autores por la doble hipótesis de la naturaleza de los rayos X y de la estructura del edificio cristalino; luego el éxito de ellas había de justificar el propio tiempo las dos teorías. Esto significa que, descartada decididamente la naturaleza corpuscular de los rayos de Röntgen, el resultado de las investigaciones debía necesariamente revelarnos en una forma deslumbrante la exactitud de las teorías ya admitidas acerca de la distribución de los átomos y moléculas en los cristales.

La síntesis quedaría pues incompleta si no se dedicara la última parte á estos resultados maravillosos conquistados por la ciencia.

Para analizar la estructura cristalina, podemos aprovechar los trabajos acerca de los rayos X de dos modos distintos: valiéndonos de las fotografías de Laue y estudiando los espectros de aquellos rayos conseguidos por el procedimiento de W. H. Bragg y W. L. Bragg, que designaremos en adelante con el nombre de método de Bragg. Observemos de paso que los dos procedimientos han llevado á resultados del todo concordantes.

Sabemos que las fotografías de Laue (fig. 1) corresponden á la difracción por el cristal de la radiación heterogénea que procede de un tubo de rayos X, debida cada mancha á un máximo de interferencia de los rayos difractados por las partículas de una serie de planos reticulares paralelos. Consideremos pues la red corpuscular más general que pertenece al *sistema triclínico*. Los centros de los átomos vecinos se encuentran en los vértices de paralelepípedos congruentes.

Sean a_1, a_2, a_3 las longitudes de las aristas del paralelepípedo ele-

mental; las coordenadas de un átomo cualquiera de la red, con respecto á tres ejes rectangulares que tienen su centro por origen, tendrán por expresiones:

$$\left.\begin{array}{l} x = ma_{1x} + na_{2x} + pa_{3x} \\ y = ma_{1y} + na_{2y} + pa_{3y} \\ z = ma_{1z} + na_{2z} + pa_{3z}, \end{array}\right\} \qquad (1)$$

siendo m, n, p números enteros.

Sobre esta red cae una onda plana de longitud λ que se propaga en una dirección que hace con los ejes ángulos α_0, β_0, γ_0. Cada uno de los átomos actúa como otro centro de vibraciones que emite distintas ondas en todas las direcciones. Si consideramos el efecto total en un punto bastante lejano del cristal para que todas las ondas parciales se puedan considerar como planas y se propaguen en una sola dirección determinada por los ángulos α, β, γ con los ejes, resulta del cálculo de Laue que la intensidad es nula para todas las direcciones que no satisfacen á las tres condiciones siguientes:

$$\left.\begin{array}{l} a_{1x}\alpha + a_{1y}\beta + a_{1z}\gamma = h_1\lambda + a_{1x}\alpha_0 + a_{1y}\beta_0 + a_{1z}\gamma_0 \\ a_{2x}\alpha + a_{2y}\beta + a_{2z}\gamma = h_2\lambda + a_{2x}\alpha_0 + a_{2y}\beta_0 + a_{2z}\gamma_0 \\ a_{3x}\alpha + a_{3y}\beta + a_{3z}\gamma = h_3\lambda + a_{3x}\alpha_0 + a_{3y}\beta_0 + a_{3z}\gamma_0 \end{array}\right\} \qquad (2)$$

siendo h_1, h_2, h_3 números enteros.

De este modo vemos que se consigue, para una dirección dada del rayo incidente, una familia de conos cuyos ejes son las aristas, y, por ser enteros los números h, esta familia se compone de una serie de conos particulares, y las direcciones según los cuales se pueden verificar los máximos son las generatrices comunes de los conos de vértice común cuyos ejes son a_1, a_2, a_3 y corresponden á cada sistema de valores enteros de h_1, h_2, h_3. Observemos que el número de estas generatrices comunes es muy pequeño, hasta cuando el haz de rayos incidentes no corresponde á una longitud de onda λ perfectamente definida, sino á una fracción de espectro.

En el caso especial del sistema cúbico, se tiene:

$$a_1 = a_2 = a_3 = a,$$

y las condiciones (2) se reducen á:

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= h_1 \frac{\lambda}{a}\\ \beta &= h_1 \frac{\lambda}{a}\\ 1-\gamma &= h_3 \frac{\lambda}{a}.\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

En un plano perpendicular al haz incidente en el cual se coloca la placa fotográfica, los conos recortan curvas del segundo grado. Para $\alpha =$ constante y β también, resultan hipérbolas cuyos ejes son perpendiculares y cuyo centro coincide con el punto de incidencia del rayo primario. Los conos que corresponden á $\gamma =$ constante engendran al contrario circunferencias concéntricas en el mismo punto, y los máximos de interferencia se encuentran por consiguiente en los puntos en los cuales las circunferencias pasan por la intersección de dos hipérbolas.

Observemos ahora que si, en la figura 1, se miden las coordenadas de cada mancha con respecto á ejes rectangulares cuyo origen esté en el punto de incidencia del rayo primario sobre el cristal, se podrá conseguir los valores de los ángulos α, β, γ para el rayo que engendra cada mancha y deducir los números enteros h_1, h_2, h_3, teniendo así cada mancha valores particulares para estos parámetros. Por otra parte, los valores de α, β, γ tienen que satisfacer, para cada mancha, á la relación:

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1. \qquad (4)$$

De esto se deduce que no existe sino un solo valor de la fracción $\frac{\lambda}{a}$ que satisfaga á las ecuaciones (3) de cada mancha. Por lo general, cuanto mayores son los valores de los parámetros h, tanto más pequeñas resultan las manchas correspondientes. Además, algunas de estas que corresponderían á valores simples de las h no aparecen en la fotografía, y Laue explicó esta anomalía suponiendo que el haz primario está formado por un número limitado de constituyentes homogéneos independientes y atribuyendo la falta de las manchas á la de la longitud de onda que sólo podría engendrarlas. Por ejemplo, todas las manchas de la figura 3 debidas á los rayos que atravesaron una lámina de blenda de cinc paralelamente al eje cuaternario se pueden atribuir a cinco clases de rayos de longitudes de onda perfectamente definidas.

Sin discutir el valor de esta explicación, diremos que W. L. Bragg propuso otra más satisfactoria según la cual el haz incidente contiene todas las longitudes de onda posibles y forma un espectro continuo, pero una pequeña cantidad de energía está reflejada por cada uno de los planos reticulares y la onda frental del haz reflejado por un plano dado está formada por las pequeñas ondas que emiten los átomos individuales de dicho plano. Si la distancia entre dos planos consecutivos es d y θ el ángulo de incidencia, los trenes de ondas reflejados por los distintos planos se suceden, como lo sabemos ya, á in-

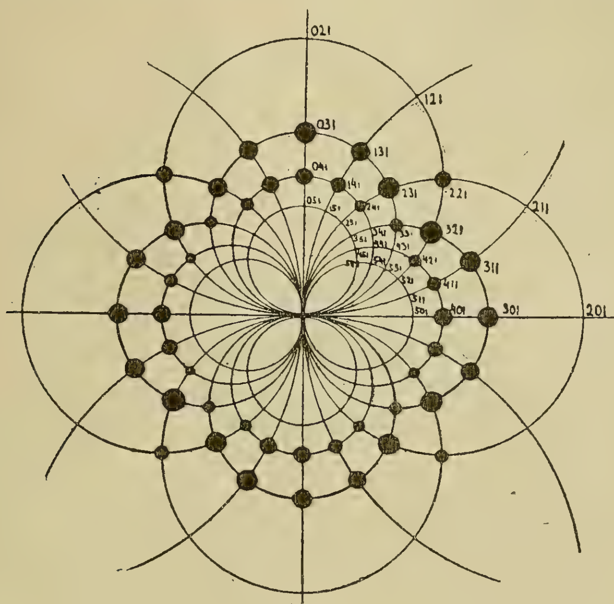


Fig. 5

tervalos iguales á $2d$ sen θ, y si la longitud de onda es tal que esta distancia sea igual á un número entero de longitudes de onda, las ondas se refuerzan y resulta un máximo de interferencia en aquella dirección. Si pues el haz incidente contiene todas las longitudes de onda posibles, un sistema particular de planos del cristal efectúa algo como una *selección* de las longitudes convenientes, y el resultado del trabajo simultáneo de los distintos sistemas de planos consiste en resolver el haz incidente en sus componentes. Si el ángulo de incidencia varía, otras longitudes de onda están elegidas para formar los máximos de interferencia, de modo que, en la hipótesis de Bragg, las

intensidades variables de las manchas se deben ora á una distribución desigual de la energía en el espectro, ora á una diferencia de densidad de los átomos en los distintos planos reflectores.

Las manchas están agrupadas sobre elipses de dimensiones distintas que pasan todas por la mancha central, y la representación por diagramas de las fotografías resulta de un dibujo largo y complicado, mientras el análisis es siempre delicado. Sin embargo W. L. Bragg mostró que se puede simplificar la construcción sin deformar la figu-

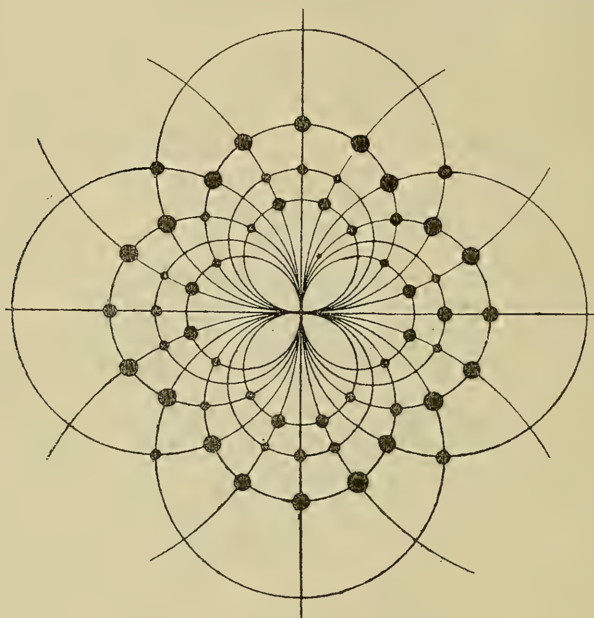


Fig. 6

ra de un modo sensible, mediante proyecciones estereográficas cuyo uso es corriente en cristalografía. Las figuras 5 y 6 son ejemplos de diagramas conseguidos por este procedimiento, y los diámetros de las manchas son proporcionales á las intensidades.

La cuestión planteada ahora consiste en determinar lo que podemos sacar de estos diagramas respecto á la estructura de los cristales reflectores.

Por lo pronto se vuelve á encontrar en ellos ciertos elementos de simetría de la red cristalina. Por ejemplo, en la figura 1, en la cual los rayos atravesaron un cristal cúbico paralelamente á un eje cuaternario, aparecen en seguida unos elementos del sistema. Pero ¿ es

posible obtener indicaciones en cuanto á la posición ó naturaleza de las partículas materiales, moléculas ó átomos, en los distintos planos reticulares? Para averiguarlo, Bragg considera una estructura formada por puntos colocados á distancias iguales según tres direcciones rectangulares, cuya proyección está dada por la figura 7 en el plano de las *xy*. Sea también (fig. 8) una sección de un cristal colocado en *c* sobre el trayecto de un haz de rayos X que proceden del punto A. La serie de los planos reticulares representados por las rectas punteadas en la fig. 7 que tienen los índices (11), (21), (41) reflejan cada uno una parte del haz incidente según las direcciones CS_1, CS_2, CS_3... y producen en la placa fotográfica las manchas P_2, P_3, P_4,... por caer el haz CS_1 fuera de la placa.

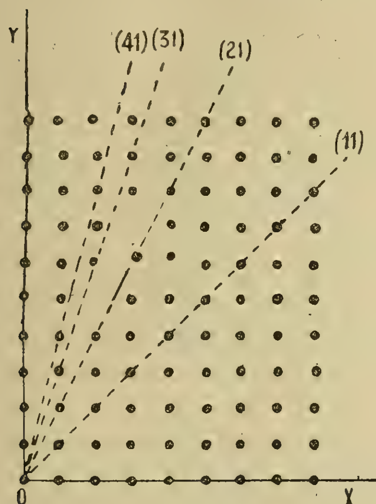


Fig. 7

Consideremos las propiedades de las filas de puntos caracterizados por los índices (11), (21)... tales como el ángulo de incidencia de los rayos sobre la fila, la distancia entre las filas sucesivas, la densidad de las mismas, y también las del haz incidente, como la longitud de onda, la energía; se observa que estas propiedades varían en una forma regular en toda la serie, y hemos de prever que la intensidad de las manchas engendradas por el cristal varía también en una forma regular, lo que significa que la de cada mancha resulta más ó menos intermedia entre las de las contiguas, sin que se verifique en la serie ninguna discontinuidad.

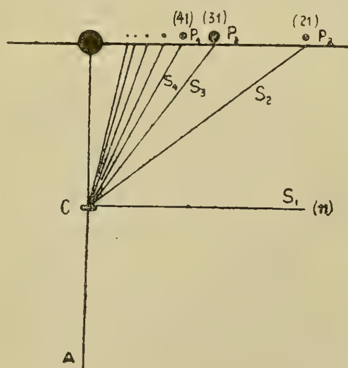


Fig. 8

Se puede también observar una estructura diferente como la que presenta la figura 9, en la cual los planos (11), (21)... ya no son de igual naturaleza; las filas (11), (31)... comprenden puntos de igual especie, blancos ó negros, mientras las filas (21), (41)... contienen pun-

tos de dos especies en números iguales. Observemos que las propiedades de estos planos varían regularmente en cada serie, pero no si se los considera en su orden sucesivo. Esta diferencia ha de repetirse evidentemente en la intensidad de las manchas, y todas no formarán ya una serie regular, sino que se repartirán en dos series, la una par y la otra impar.

Esta distribución especial en dos series no se puede atribuir sino á la existencia de una estructura cristalina análoga á la de la figura 9, mientras las manchas que varían en una forma regular se refieren á una estructura análoga á la de la figura 7.

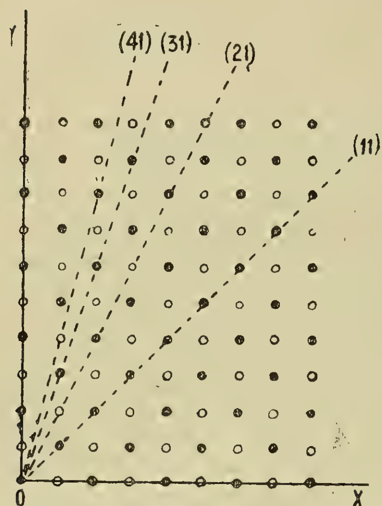


Fig. 9

Tomemos por ejemplo la figura 5 que no es sino el diagrama de la fotografía suministrada por el cloruro de potasio, en la cual los índices de los planos, sobre los cuales están reflejados los rayos generadores de las manchas, están indicados sobre los cuadrantes simétricos del dibujo. Se ve que, en cierto intervalo, todos los índices simples están representados y que todas las manchas tienen una intensidad intermedia entre las dos contiguas. Esta regularidad notable nos autoriza á conferir al cristal la estructura de la figura 7 que representa la red cúbica más simple, con una partícula en los vértices de cada cubo, la cual, como lo mostraremos más adelante, no es una molécula sino un átomo, y como hay los del potasio y los del cloro, hemos de deducir de allí que tienen igual valor del punto de vista de la reflexión de lo rayos X, y esta deducción está confirmada por la igualdad aproximada de los pesos atómicos.

Al contrario, en la figura 6 relativa al cloruro de sodio, la regularidad perfecta de antes desapareció y muchas lagunas se manifiestan en las manchas, en la intersección de las circunferencias. Por ejemplo, allí se encuentran las manchas que corresponden á la reflexión en los planos (511), (531), pero ninguno que corresponda á los planos (501), (521), (541), y así sucesivamente. Existe una predominancia de los índices impares con respecto á los pares, y por esto hay que atribuir este diagrama á una estructura análoga á la de la figura 9 que corres-

ponde á otra forma de simetría cúbica, en la cual el cubo comprende una partícula en cada uno de los vértices y otra en el centro de las caras.

Tales son los resultados que suministra, del punto de vista de la estructura cristalina la interpretación de los diagramas de Laue, pero cuando ella se va complicando, la misma interpretación da lugar á grandes dificultades que se pueden evitar mediante el método de Bragg que vamos á estudiar á continuación.

Recordemos primero que este procedimiento se funda en el examen

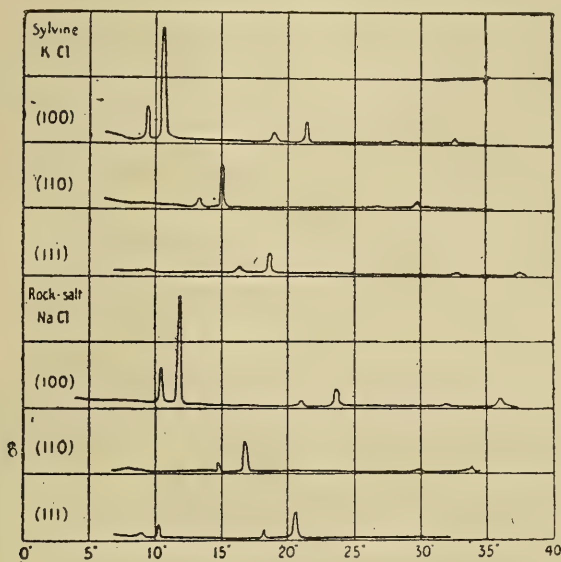


Fig. 10

de los espectros dados por la reflexión sobre los planos reticulares de los cristales. Tomaremos otra vez cloruros de potasio y sodio, y observaremos los espectros producidos por la reflexión del rayo principal característico del paladio sobre los tres planos reticulares de estos cristales paralelos á las caras del cubo (100), á las del dodecaedro (110) y á las del octaedro (111), (fig. 10).

Los espectros conseguidos con las caras correspondientes de los dos cloruros son muy parecidos, lo que pone en evidencia la identidad fundamental de las estructuras. Por otra parte, si se considera la reflexión del primer orden sobre las caras (100), se tiene:

$$\lambda = 2d_1 \text{ sen } \frac{10°43}{2}$$

$$\lambda = 2d_2 \operatorname{sen} \frac{11°8}{2}.$$

de donde :

$$d_1 = 5{,}48\lambda$$
$$d_2 = 4{,}85\lambda$$

siendo d_1 y d_2 las distancias de los planos (100) que son proporcionales á las dimensiones de las estructuras atómicas. La razón de los volúmenes de las mismas, ó sea $\frac{d_1^3}{d_2^3}$ ha de ser idéntica á la de los volúmenes moleculares de las dos sales, siendo éstos iguales á los cocientes de los pesos moleculares por las densidades. Luego se tiene :

$$\frac{d_1^3}{d_2^2} = \frac{\frac{M_1}{\rho_1}}{\frac{M_2}{\rho_2}}.$$

Resulta que el producto :

$$d\sqrt[3]{\frac{\rho}{M}}$$

ha de ser igual para los dos cristales y los demás términos de la serie. Y en efecto tenemos :

$$\text{KCl} \qquad d\sqrt[3]{\frac{\rho}{M}} = 1{,}63\lambda$$

$$\text{NaCl} \qquad d\sqrt[3]{\frac{\rho}{M}} = 1{,}62\lambda$$

$$\text{KBr} \qquad d\sqrt[3]{\frac{\rho}{M}} = 1{,}63\lambda,$$

prueba incontestable de la analogía existente entre las estructuras de los dos cristales.

Por otra parte, si consideramos con mayor detención los espectros de la figura 10, podremos observar algunas diferencias. Mientras las intensidades de los espectros de los varios órdenes sobre las caras (100), (110) van decreciendo en los dos casos, para la cara (111) igual regularidad no se vuelve á encontrar sino en el espectro del cloruro de potasio, mientras en el otro cloruro se observa primero una reflexión débil, después otra más fuerte y por fin una tercera muy pequeña.

Para sacar de aquellas diferencias una conclusión útil, hemos de considerar los tres sistemas de puntos que presentan la simetría cúbica (fig. 11). Son los siguientes : el cubo *a* con un punto en cada vértice, el cubo *b* con un punto en cada vértice y otro en el centro de

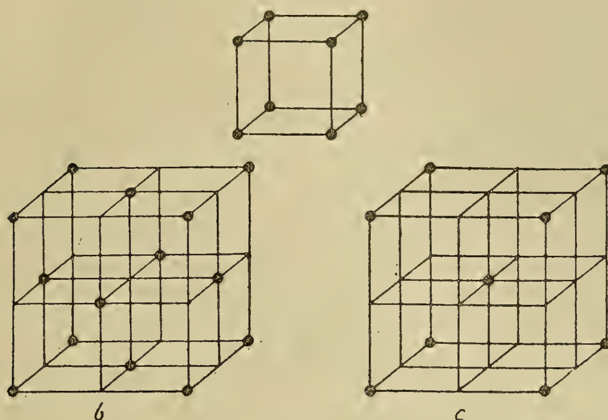


Fig. 11

cada cara, y por último el cubo *c* con un punto en cada vértice y otro en el centro del cubo.

Suponiéndose las figuras reducidas á igual escala, la distancia de los planos (100) es la misma en los tres sistemas :

$$d_{100} = a.$$

La de los planos (110) es igual en el primero y en el segundo sistema :

$$d_{110} = a\sqrt{2},$$

pero en el tercero resulta dos veces mayor :

$$d_{110} = 2a\sqrt{2}.$$

Por último, la distancia de los planos (111) es igual en el primero y en el tercer sistema :

$$d_{111} = a\sqrt{3},$$

pero en el segundo resulta dos veces mayor :

$$d_{111} = 2a\sqrt{3}.$$

Se tiene, pues, entre las distancias en los tres sistemas, relaciones proporcionales á las cantidades expresadas en el cuadro siguiente :

	$\frac{1}{d_{100}}$	$\frac{1}{d_{110}}$	$\frac{1}{d_{111}}$
Red cúbica simple......	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$
Red de caras centradas..	1	$\sqrt{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
Red cúbica centrada....	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\sqrt{3}$

Comparados estos resultados con los suministrados por las mediciones, se tiene, para el cloruro de potasio, cuando se toman las reflexiones del primer orden sobre cada plano :

$$\frac{1}{d_{100}} = \text{sen } 5°22 = 0{,}0910$$

$$\frac{1}{d_{110}} = \text{sen } 7°30 = 0{,}1272$$

$$\frac{1}{d_{111}} = \text{sen } 9°05 = 0{,}1570$$

y estos números están entre sí como :

$$1, \quad 1{,}40, \quad 1{,}74$$

o bien como :

$$1, \quad \sqrt{2}, \quad \sqrt{3},$$

de donde resulta que el cloruro de potasio disfruta de la simetría de la red cúbica simple.

Con el cloruro de sodio y las reflexiones más fuertes, se llega á la misma conclusión, pero si se eligen las reflexiones del primer orden, se tiene :

$$\frac{1}{d_{100}} = \text{sen } 5°9$$

$$\frac{1}{d_{110}} = \text{sen } 8°25$$

$$\frac{1}{d_{111}} = \text{sen } 5°1$$

cuyos valores están entre sí como los números :

$$1, \quad \sqrt{2}, \quad \frac{\sqrt{3}}{2}$$

de lo que resulta que el cristal goza de la simetría de la red cúbica de caras centradas.

Aquí se presenta una dificultad bastante grave; ¿cómo conciliar los resultados anteriores con el isomorfismo de todas las sales de los halogenuros alcalinos? Bragg lo explica admitiendo que la difracción de los rayos X procede no de la molécula, sino del átomo que difracta tanto más cuanto más pesado es. Pero, con esto, habría que determinar el modo de agrupación de los átomos de metal y halógeno que, quedando común á las sales isomorfas anteriores, podría dar cuenta satisfactoria de la diferencia que ofrecen sus espectros.

Ahora bien, por la representación de las dos clases de centros de difracción mediante puntos blancos y negros, Bragg consiguió una agrupación (fig. 12) caracterizada por el hecho de que comprende un número igual de puntos blancos y negros, siendo el arreglo de estos puntos tomados en conjunto el de la red cúbica simple, y la distribución de los puntos negros y blancos tomados en cada una de las dos categorías de la red cúbica de caras centradas.

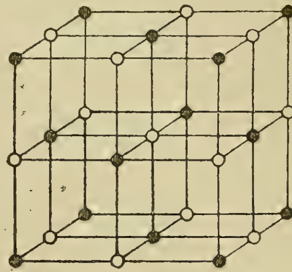


Fig. 12

Si los puntos negros y blancos se vuelven idénticos la red se transforma en la del tipo cúbico simple : es el caso del cloruro de potasio en el cual los pesos atómicos de los dos componentes son bastante parecidos para que los átomos resulten más ó menos iguales en cuanto á la difracción. Con el cloruro de sodio al contrario, la diferencia grande entre los pesos atómicos de los componentes deja subsistir los dos sistemas de centros que tienen ambos la simetría del cubo de caras centradas.

Ya determinada la estructura de una red cristalina, es fácil calcular las dimensiones exactas.

Tomemos por ejemplo la red cúbica de caras centradas (*b*, fig. 11); el cubo unidad de la red tiene cuatro puntos asociados, pero cada uno de estos es común á ocho cubos adyacentes, de modo que cada uno de los cubos unidad no queda asociado realmente sino con medio punto.

Si consideramos, por ejemplo, la estructura que encontramos para los cristales de cloruro de sodio, vemos que hay medio átomo de sodio y medio átomo de cloro, ó sea media molécula de cloruro en cada uno de los pequeños cubos.

Sea m la masa de un átomo de hidrógeno en gramos, y M el peso molecular del cloruro de sodio; la masa asociada con el cubo unidad

de la estructura es igual á $\frac{Mm}{2}$, y por otra parte el volumen del cubo elemental tiene por valor:

$$(d_{100})^3$$

siendo determinado d_{100} por la relación:

$$\lambda = d_{100} \text{ sen } \theta.$$

Si, pues, la densidad del cristal es ρ, la masa del cubo unidad resulta:

$$\rho(d_{100})^3$$

y se tiene:

$$\frac{mM}{2} = \rho(d_{100})^3,$$

de donde se saca el valor de d_{100}.

En el caso del cloruro de sodio, se tiene:

$$m = 1,64 \times 10^{-24} \text{ G}$$

$$\frac{M}{2} = 29,35$$

$$\rho = 2,17$$

lo que da:

$$d_{100} = 2,80 \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

Se deduce para la longitud de onda del rayo característico del paladio:

$$\lambda = 0,576 \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

Ya calculada esta longitud, se puede determinar la distancia de los planos reticulares de un cristal cualquiera. Por ejemplo, supongamos un cristal cúbico de NH^4Cl, cuya cara (100) da un espectro del primer orden bajo un ángulo de 4°25, se tiene:

$$0,576 \times 10^{-8} = 2d_{100} \text{ sen } 4°25,$$

de donde:

$$d_{100} = 3,88 \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

y se deduce en seguida que la masa del cubo elemental tiene por expresión:

$$\rho(d_{100})^3 = 88,2 \times 10^{-24} \text{ G.}$$

Como la masa de una molécula de NH^4Cl es igual a:

$$1,64 \times 10^{-24} \times 53,5 = 87,8 \times 10^{-24} \text{ G,}$$

se conoce con toda facilidad que cada cubo unidad de la estructura contiene una molécula.

En resumen, cualquiera sea la clase de simetría á la cual pertenece un cristal, siempre se puede medir una célula elemental de su estructura y encontrar la masa que contiene multiplicando el volumen por la densidad del cristal. Después, por la comparación del resultado con la masa conocida de una molécula de la substancia, se sabe en seguida cuántas moléculas están contenidas en la célula unidad. Por otra parte, la comparación de los espectros de las distintas caras del cristal suministra un medio para hallar la distribución de los átomos en la célula unidad y la estructura del cristal queda así perfectamente determinada.

El método Bragg fué aplicado por sus autores á un sinnúmero de cristales y siempre con éxito. No me parece conveniente entrar en el examen de todos los casos particulares estudiados por estos perseverantes investigadores, pues pasaríamos los límites que asigné á esta síntesis. Me contentaré con decir que la blenda de cinc, objeto de las primeras investigaciones de Laue, el diamante cuya estructura resulta mucho más complicada, los minerales isomorfos $MgCo^3$, $CaCo^3$, $MnCo^3$, $FeCo^3$, $ZnCo^3$ que pertenecen á la clase romboédrica del sistema hexagonal, han dado resultados del todo satisfactorios. Digamos también que aquellos investigadores incansables aplicaron su método á la determinación de la intensidad de la reflexión por los planos reticulares, valiéndose como campo de experimentación, de la pirita de hierro, del bromuro, del ioduro de potasio, del sulfuro del plomo, óxido de cinc, cobre, azufre, cuarzo, etc.

La ciencia ha de estarles agradecida, pues fueron los obreros de un progreso de los más trascendentales ; diremos que la victoria es doble, pues sirvió á la vez para sentar la teoría de los rayos de Röntgen y la de la estructura cristalina.

CAMILO MEYER.

Mayo de 1916.

NOMS DE ROBES DE CHEVAUX

DANS LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE (1)

Par D. BERNIER

Dans aucun pays, peut-être, il n'existe une aussi grande variété d'expressions pour désigner les robes des animaux et leurs particularités, que dans la République Argentine.

Parmi ces expressions, il en est qui sont espagnoles; d'autres qui proviennent vraisemblablement de la langue indienne.

Ce qui est assez étrange, c'est que beaucoup de dénominations espagnoles n'ont pas été conservées, et ont été remplacées par d'autres expressions appartenant à la même langue. C'est ainsi, par exemple, que l'ont ne dit pas un cheval *negro* (noir), mais bien un cheval *obscuro*. Le cheval *isabela* ou *perla* de l'espagnol, est le *bayo* argentin; le *bayo*, en Espagne, est appelé *colorado* dans l'Argentine. Je pourrais citer de nombreux cas comme ceux-là.

Le mot *robe* se traduit, comme en espagnol d'ailleurs, par *capa* ou *pelo;* il désigne, comme on le sait, l'ensemble des poils et des crins qui revêtent la surface du corps; il est synonyme de *pelage.*

La variété des robes est extraordinaire chez le cheval argentin; mais il en est que l'on rencontre plus communément. Dans la province de Buenos Aires, par exemple, c'est le bai brun, appelé *zaino*, avec ses différentes variétés, qui m'a toujours paru prédominer.

(1) El presente trabajo fué escrito por pedido mío, por el doctor Desiderio Bernier, profesor en la Facultad de agronomía y veterinaria de La Plata, ahora jubilado

Cette grande variété de robes est due, sans aucun doute, au peu de soins que l'on a pris de sélectionner ces animaux; bien rares sont les éleveurs qui ont pris en considération le pelage dans la production de leurs troupeaux; ils n'ont jamais cherché à fixer une robe dans la race.

Les taches blanches sont nombreuses; il existe beaucoup de chevaux *pies;* les *listes* et les *balzanes* s'observent souvent; c'est encore là une conséquence du manque de soins dans les unions entre réproducteurs.

y retirado á su patria (Bélgica). El autor quien puso el manuscrito á mi disposición, es por su larga experiencia en el país, la persona más autorizada para informar sobre capítulo tan interesante del lenguaje popular ríoplatense y especialmente de la provincia de Buenos Aires donde ha recogido sus observaciones.

Por motivos ajenos á mi voluntad, puedo publicar, recien ahora el estudio de mi distinguido amigo que ya había tratado la materia, en forma abreviada, en su libro : *El caballo,* páginas 201-213, La Plata, 1901, libro que fué impreso como apéndice especial de la *Revista de la Facultad de agronomía y veterinaria de La Plata.*

Con el fin de facilitar la comparación de esta monografía con publicaciones de la misma índole, doy una lista bibliográfica, sin pretender que sea completa, en orden cronológico :

Martín Dobrizhoffer, *Geschichte der Abiponer,* II, página 291. Wien, 1783.

Paolo Mantegazza, *Rio de la Plata e Tenerife,* 2a edición, página 87-88. Milano, 1870.

Hilario Ascasubi, *Santos Vega ó los Mellizos de La Flor,* páginas 4, 21, 123, 163, 181, 428, 479. París, 1872.

M. V. Pereyra, *Pelaje de caballo. Anales de la Sociedad rural argentina,* XI, página 449-457. Buenos Aires, 1877.

W. Joest, *Namen, bezw. Bezeichnungen der verschiedenfarbigen Pferde in Argentinien. Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte,* XVIII, páginas 596-597. 1887.

Daniel Granada, *Vocabulario ríoplatense razonado,* 2a edición, *passim.* Montevideo, 1890.

Santiago Calzadilla, *Las beldades de mi tiempo,* página 78. Buenos Aires, 1891.

Doroteo Benavente, *Capas. Revista de la Facultad de agronomía y veterinaria de La Plata,* I, 82-85. 1895.

Octavio P. Alais, *Vida de campo (costumbres nacionales),* páginas 86-87. Buenos Aires, 1904.

Tobías Garzón, *Diccionario argentino, passim.* Barcelona, 1910.

R. Hickethier, *Farbenbenennungen. Zeitschrift für argentinische Volkskunde,* I, páginas 93-94. Buenos Aires, 1911.

Lisandro Segovia, *Diccionario de argentinismos, neologismos y barbarismos, passim.* Buenos Aires, 1912.

La Plata, septiembre de 1916.

Doctor R. Lehmann-Nitsche.

ROBES CONSIDÉRÉES SUR L'ENSEMBLE DU CORPS

Obscuro

(Fr. : *noir;* esp. : *negro)*

L'on distingue ici trois variétés de noirs : l'*obscuro* (noir ordinaire) qui est sans reflet; l'*obscuro renegrido* ou l'*obscuro azabache* (noir jais), qui a un brillant luisant, analogue à celui du minéral qui porte ce nom; l'*obscuro peceño* (noir mal teint), qui ressemble à la couleur de la poix noire *(pez negra).* Cette couleur tire sur le brun dans plusieurs points.

Blanco

(Fr. : *blanc;* esp. : *blanco)*

Il y a plusieurs variétés de chevaux blancs.

L'on distingue : le *blanco* (blanc ordinaire); le *blanco plateado* (argenté), qui est luisant, avec le reflet de l'argent, que l'on observe chez les chevaux bien soignés; le *blanco azulejo* (en français *blanc-porcelaine;* en espagnol *blanco porcelana),* qui a une teinte bleuâtre, due à ce que la teinte noirâtre de la peau se fait apercevoir à travers les poils fins et brillants, et ressemblant à la couleur de la porcelaine; le *blanco rosado* (espagnol : *albino* ou *blanco rosado ;* en français, *blanc rosé),* qui présente des taches plus ou moins grandes avec une teinte rosée, due au manque de pigment cutané, et à la finesse des poils qui permettent de voir au travers la peau rosée ou rougeâtre.

Alazán

(Fr. : *alezan ;* esp. : *alazán)*

Il y a plusieurs nuances d'alezans : l'*alazán* (ordinaire), de couleur canelle; l'*alazán claro* (clair), qui est d'un jaune pâle; l'*alazán tostado* (brûlé), de couleur qui ressemble au café brûlé.

Les alezans de cette dernière couleur jouissent de beaucoup de réputation comme résistance : *Alazán tostado, antes muerto que cansado,* dit l'homme des champs. (Alezan brûlé, plutôt mort que fatigué.)

Les mêmes dénominations sont employées en espagnol pour le poil alezan.

Colorado

(Fr. : *bai* ; esp. : *bayo*)

Le *colorado* a les poils du corps rouges ; ceux des extrémités, depuis le genou et le jarret, sont noirs, ainsi que ceux de la crinière et de la queue.

Suivant la teinte, il y a le *colorado*, qui est le bai ordinaire ; le *colorado claro*, dont le poil est plus clair ; et le *colorado sangre de toro* (rouge sang de taureau), qui a un reflet vif, couleur de sang.

Zaino

(Fr. : *bai brun* ; esp. : *castaño*)

Le *zaino* est d'une teinte plus foncée que le bai ordinaire ; c'est le bai brun.

En espagnol, l'on désigne sous le nom de *zaino* tout cheval qui étant de robe plus ou moins foncée, ne possède aucun poil blanc naturel.

Le *zaino* présente deux variétés : le *zaino claro* (bai brun clair) et le *zaino negro* (bai brun foncé).

Bayo

(Fr. : *isabelle* ; esp. : *isabela* ou *perla*)

Cette robe est caractérisée par des poils de deux couleurs et séparés ; ceux du corps sont jaunes ou jaunâtres ; ceux des extrémités et des crins sont noirs.

Les variétés de cette robe sont : le *bayo* (isabelle ordinaire) ; le *bayo blanco*, qui est d'un jaune blanchâtre ; le *bayo obscuro*, qui ressemble au café au lait foncé ; et le *bayo encerado*, qui a la couleur de la cire vierge. J'ajouterai le *bayo huevo de pato* (isabelle jaune d'œuf de canard), qui a la nuance du jaune de l'œuf de canard, c'est-à-dire blanc-jaunâtre ; il ressemble au *bayo blanco*.

Gateado

Cette expression n'a de traduction en français, ni un terme en espagnol d'Espagne.

Le *gateado* se distingue par deux couleurs séparées : le corps est revêtu de poils d'un jaune foncé, et les membres sont noirâtres, depuis le genou et le jarret. Il possède très-souvent la raie de mulet ; les zébrures ne sont pas rares.

Le *gateado* n'est, en somme, qu'une variété de l'isabelle foncé.

Cebruno

(Esp. : *cervuno* ou *piel de ciervo)*

Le mot *cebruno* est une altération de *cervuno ;* il désigne une robe d'une teinte cendrée, que ressemble à la couleur de la souris.

Suivant la teinte du cebruno, il y a le *cebruno* (ordinaire), le *cebruno claro* (clair) et le *cebruno obscuro* (foncé).

Tordillo et moro

(Fr. : *gris ;* esp. : *tordo)*

Le cheval qui a les poils noirs et blancs en proportions variables et bien mélangés s'appelle *tordillo.*

Si le blanc abonde, l'on dit *tordillo blanco ;* si, au contraire, c'est le noir, on l'appelle *tordillo negro.*

Lorsque la teinte du poil est vive, luisante, on se sert de la dénomination *tordillo plateado.*

Si le corps était couvert de petites taches blanchâtres circulaires, l'on dirait *tordillo sabino.*

Le *moro* (gris de fer) peut être considéré comme une variété du *tordillo.* Il est formé par un mélange plus ou moins uniforme de poils blancs et noirs, et a une nuance bleue.

L'on distingue le *moro azul* (gris de fer bleu), le *moro claro* (clair) et le *moro obscuro* (foncé). Le premier ressemble à la couleur du fer que l'on vient de casser, et l'*obscuro* rappelle la couleur bleue foncée de l'ardoise.

Lobuno

(Fr. : *louvet ;* esp. : *lobito, lobero* ou *piel de lobo)*

Cette robe est formée par un mélange de poils noirs et de poils jaunes ; elle est de la couleur de la mule. Parfois les deux nuances se trouvent réunies sur le même poils, jaune à la base, noire à l'extrémité.

Le lobuno peut être *lobuno obscuro* ou *lobuno claro,* suivant que la teinte des poils est plus ou moins foncée.

Rosillo

(Fr. : *aubère;* esp. : *sabino* ou *rosillo)*

L'*aubère* des français et le *rosillo* des espagnols constituent une robe formée de poils blancs et rouges mélangés; les crins et les extrémités sont de même couleur que le fond de la robe et souvent plus clairs; ici, les crins et les extrémités peuvent être noirs, et l'on dit toujours *rosillo.*

Le *rosillo* peut être *rosillo blanco* ou *rosillo colorado,* suivant que ce sont les poils blancs ou rouges qui prédominent.

Si le mélange de poils est uniforme, on dit simplement *rosillo.*

Roano

Rouan, en français, y *roano* ou *ruano,* en espagnol, désignent une robe formée de poils blancs, de poils noirs et de poils rouges. Mais, pour qu'un cheval soit *rouan,* il suffit que la surface du corps présente un mélange de blanc et de rouge, pourvu que la queue, la crinière et les extrémités soient noires ou mélangées des trois couleurs de la robe.

Dans la République Argentine, l'on donne le nom de *roano* au cheval alezan clair, dont les crins sont blancs.

Overo, tobiano et sabino

(Fr. : *pie;* esp. : *pio)*

Robe qui présente un mélange par plaques du blanc et de toutes les nuances des différentes espèces de robes.

Il y a le *colorado overo,* l'*alazán overo,* le *bayo overo,* le *zaino overo,* le *cebruno overo,* le *rosillo overo,* etc.

Si les taches sont grandes et bien marquées, le cheval est *tobiano.*

Parfois, sur un fond blanc, il existe des petites taches inégales, rougeâtres ou noirâtres, de forme plus ou moins ronde, et disséminées sur presque toute la superficie du corps; le cheval est alors dit *sabino.*

PARTICULARITÉS DES ROBES

Avec la majorité des auteurs, je les diviserai en quatre groupes :

1° *Particularités générales* (qui peuvent exister sur n'importe quelle région du corps) ;

2° *Particularités spéciales à la tête ;*

3° *Particularités spéciales au corps ;*

4° *Particularités spéciales aux membres.*

PARTICULARITÉS GÉNÉRALES

Plateado

(Fr. : *argenté ;* esp. : *plateado)*

Se dit d'un poil brillant, qui a le reflet d'argent.

Doradillo

(Fr. : *doré ;* esp. : *dorado)*

L'on appelle ainsi le reflet de l'or métallique que l'on observe parfois dans les robes alezane, baie et isabelle.

Azafranado

(Fr. : *teinte d'asafran)*

Cette robe présente des taches plus ou moins grandes avec un reflet d'asafran ; c'est surtout sur la robe grise que l'on observe cette particularité.

Manchado

Le *manchado* (taché) présente sur le corps une tache d'une autre couleur que le fond de la robe.

Rodado

(Fr. : *pommelé ;* esp. : *rodado)*

L'on emploie cette expression lorsqu'il existe des taches rondes, d'une couleur un peu plus foncée ou moins foncée que le fond de la robe, disséminées un peu partout, ou circonscrites à une ou plusieurs régions du corps. On peut les rencontrer chez les chevaux bais, gris, alezans, isabelles, louvet, etc.

Ces taches sont désignées par quelques-uns sons le nom de *medallones* (médaillons).

Tapado

(Fr. : *zain ;* esp. : *zaino)*

Cette expression indique l'absence de tout poil blanc dans la robe.

Rabicano

(Fr. : *rabican ;* esp. : *rubicano)*

En France et en Espagne, l'on appelle ainsi le cheval qui présente un certain nombre de poils blancs disséminés, en quantité variable, sur une ou plusieurs régions, mais jamais en quantité suffisante pour changer la couleur générale de la robe.

Ici, le cheval est *rabicano (rabo canoso),* lorsqu'il a des poils blancs dans la queue.

Nevado

(Fr. : *neigé ;* esp. : *nevado)*

Expression employée pour indiquer qu'il y a dans la robe de petites taches blanches qui se paraissent à des flocons de neige.

Mosqueado

(Fr. : *moucheté ;* esp. : *mosqueado)*

Les robes blanche et grise prennent ce nom lorsqu'elles sont parsemées de petites taches de la grandeur d'une mouche.

Aporotado

Robe dans laquelle il existe de petites taches ressemblant aux pois *(porotos)*.

Entrepelado

Expression qui indique un mélange de poils de différentes couleurs, formant un tout indéfini.

Atigrado

(Fr. : *tigré ;* esp. : *atigrado)*

L'on nomme ainsi le cheval dans la robe duquel il existe des taches plus ou moins foncées, pareilles à celles du léopard.

Tiznado

(Fr. : *tisonné* ou *charbonné ;* esp. : *atizonado)*

Ce mot indique l'existence de taches noires allongées sur un fond clair, et paraissant produite comme par un coup de tison.

Crespo ou *mulato*

(Fr. : *frisé* ou *frisure ;* esp. : *crespo)*

L'on appelle ainsi toutes les robes formées de poils crépus.

Lunarejo

Robe uniforme dans laquelle il y a une ou deux petites taches.

PARTICULARITÉS SPÉCIALES À LA TÊTE

S'il y a seulement quelques poils blancs sur le front, l'on dit simplement : *pelos blancos en la frente* (poils blancs sur le front).

Si les poils blancs forment une tache avec des prolongements ana-

logues aux rayons d'une étoile, l'on dit : *estrella* ou *estrellita en la frente* (étoile ou petite étoile sur le front). Les espagnols disent : *estrella* ou *lucero.*

Si, inférieurement, l'étoile se dévie, l'on indique le fait en disant : *estrella prolongada á la derecha* ou *á la izquierda* (fr. : étoile prolongée à droite ou à gauche ; esp. : *estrella* ou *lucero corrido a la derecha* ou *á la izquierda).*

Si la tache a la forme d'un cœur, l'on dit : *corazón en la frente* (cœur sur le front).

Malacara

(Fr. : *liste en tête ;* esp. : *cordón)*

L'on donne ce nom au cheval qui présente une tache blanche plus ou moins prolongée sur le chanfrein.

Quelques-uns emploient l'expression latine *lista.* La lista peut être plus ou moins large, complète ou incomplète, interrompue, déviée à droite ou à gauche.

Picazo

Ce mot n'a de représentant ni en français, ni en espagnol d'Espagne.

C'est le nom que l'on donne au cheval noir qui a une liste en tête. Le *picazo* porte souvent des balzanes.

Pampa

(Fr. : *belle face ;* esp. : *careto* ou *cara hermosa)*

L'on dit qu'un cheval est *pampa* lorsqu'il a l'extrémité inférieure de la tête blanche.

Pico blanco

(Fr. : *buvant dans son blanc de la lèvre supérieure ;* esp. : *blanco en la extremidad de la nariz* traduction : *blanc sur l'extrémité de la narine)*

L'expression *pico blanco* indique l'existence d'une tache blanche sur la lèvre supérieure.

Testerilla

Expression employée pour indiquer l'existence d'une tache blanche à l'endroit où appuie la têtière de la bride.

Gargantilla

Indique une tache blanche à la région de la gorge *(garganta)*.

Mascarilla

Mot employé pour désigner l'existence, sur le chanfrein, de taches de différentes couleurs.

Testerilla, gargantilla y *mascarilla* sont des expressions qui n'ont pas de répresentants dans les langues française et espagnole d'Espagne.

Boca de mula

L'extrémité inférieure de la tête est de la même couleur que celle de la mule.

PARTICULARITÉS SPÉCIALES AU CORPS

Pangaré

(Fr. : *lavé;* esp. : *lavado)*

Cette expression s'emploie pour désigner une décoloration du poil dans les parties inférieures du corps, et particulièrement du ventre. L'on dirait que, dans ces régions, les poils ont été soumis à l'action de l'eau qui aurait enlevé la couleur primitive.

Le *pangaré* est considéré ici comme cheval de peu de vitesse.

« *Pangaré, galopa que te veré* », dit le refrain créole; ce qui veut dire : *cheval lavé, galoppe et je te verrai.*

Raya de mula

(Fr. : *raie de mulet ;* esp. : *raya de mulo)*

Dénomination qui indique l'existence d'une raie foncée, s'étendant depuis le bord supérieur de l'encolure jusqu'à la naissance de la queue.

La raie de mulet peut être croisée d'une seconde ligne descendant du garrot sur chaque épaule; dans ce cas l'on dit : *raya de mula cruzada.*

Yaguané

Expression créole employée pour désigner un animal qui présente une raie blanche ou foncée, assez large, dans la région de l'épine dorsale. Ce mot s'emploie surtout pour le bœuf.

Chorreado

L'on appelle ainsi le cheval, lorsqu'il existe des taches irregulières d'une couleur plus foncée que le fond de la robe, et qui paraissent produites par un liquide que l'on aurait versé sur le corps.

Cette expression est surtout employée pour les animaux bovins.

Fajado

Se dit du cheval dont la peau dans la région thoracique ou abdominale présente une bande blanche circulaire.

Bragado

Le cheval *bragado* a, dans la région testiculaire une tache blanche, souvent prolongée entre les cuisses.

Tusado

Le cheval est dit *tusado* lorsqu'il a la crinière raccourcie.

Il y a beaucoup de manières de *tusar* le cheval; cela dépend des goûts du propriétaire.

PARTICULARITÉS SPÉCIALES AUX MEMBRES

Zebrado

(Fr. : *zébré ;* esp. : *zebrado)*

Indique l'existence de raies transversales plus obscures que le fond de la robe, et que l'on trouve sur la partie supérieure des membres. Cette particularité se rencontre chez les chevaux de robe claire comme l'isabelle, le souris, et les teintes très claires du bai et de l'alezan.

Calzado

(Fr. : *balzane ;* esp. : *calzado)*

Lorsqu'il existe une tache blanche à une ou plusieurs extrémités locomotrices, le cheval est dit *calzado,* c'est-à-dire qu'il a une ou des balzanes. Le cheval peut être *calzado* d'un, de deux, de trois ou de quatre membres.

Beaucoup, ici, croient que les taches blanches des parties inférieures des membres ont une influence sur les qualités du cheval. Ils expriment ainsi leur croyance : « *Calzado de tres, no lo vendas ni lo des; calzado de cuatro, caro ó barato.* » (Avec trois balzanes, ne vend, ni ne donne ton cheval; s'il a quatre balzanes, tu dois le vendre, cher ou bon marché.)

Le cheval est *cruzado* quand un bipède diagonal est porteur de balzanes.

On le dit *media res* quand les balzanes s'observent sur les membres d'un même bipède latéral.

L'on dit *patamoro* quand un membre est de couleur grise.

L'on dit *cabos negros* quand les membres sont noirs.

La Plata, novembre 1902.

LISTE DE MOTS ESPAGNOLS

Alazán.
Alazán claro.
Alazán overo.
Alazán tostado.
Aporotado.
Atigrado.
Azabache, *ver* obscuro a.
Azafranado.
Azul, *ver* moro a.
Azulejo, *ver* blanco.
Bayo.
Bayo blanco.
Bayo encerado.
Bayo huevo de pato.
Bayo obscuro.
Bayo overo.
Blanco.
Blanco azulejo.
Blanco plateado.
Blanco rosado.
Blanco, *ver* bayo b., rosillo b., tordillo b.
Boca de mula.
Bragado.
Cabos negros.
Calzado.
Cebruno.
Cebruno claro.
Cebruno obscuro.
Cebruno overo.
Claro, *ver* alazán c., cebruno c., colorado c., lobuno c., moro c., zaino c.
Colorado.
Colorado claro.
Colorado overo.
Colorado sangre de toro.
Colorado, *ver* rosillo.
Corazón (en la frente).
Crespo.
Cruzado.
Chorreado.
Doradillo.
Encerado, *ver* bayo e.
Entrepelado.
Estrella (en la frente).
Estrellita (en la frente).
Fajado.
Gargantilla.
Gateado.
Huevo de pato, *ver* bayo huevo de pato.
Lista (en la frente).
Lobuno.
Lobuno claro.
Lobuno obscuro.
Lunareja.
Malacara.
Manchado.
Mascarilla.
Medallones.
Media res.
Moro.
Moro azul.
Moro claro.
Moro obscuro.
Mosqueado.
Mula, *ver* boca de mula.
Mula, *ver* raya de mula.
Mulato.

Negro, *ver* cabos n., tordillo n., zaino n.
Nevado.
Obscuro.
Obscuro azabache.
Obscuro peceño.
Obscuro renegrido.
Obscuro, *ver* cebruno o., lobuno o., moro o.
Overo.
Overo, *ver* alazán o., bayo o., cebruno o., colorado o., rosillo o., zaino o.
Pampa.
Pangaré
Patamoro.
Pato, *ver* bayo huevo de pato.
Peceño, *ver* obscuro p.
Picazo.
Pico blanco.
Plateado.
Plateado, *ver* blanco p., tordillo p.
Rabicano
Raya cruzada.
Raya de mula.
Renegrido, *ver* obscuro renegrido.
Res, *ver* media res.
Roano.
Rodado.
Rosado, *ver* blanco r.
Rosillo.
Rosillo blanco.
Rosillo colorado.
Rosillo overo.
Sabino.
Sabino, *ver* tordillo s.
Sangre de toro, *ver* colorado s. de t.
Tapado.
Testerilla.
Tiznado.
Tobiano.
Tordillo.
Tordillo blanco.
Tordillo negro.
Tordillo plateado.
Tordillo sabino.
Toro, *ver* colorado sangre de t.
Tostado, *ver* alazán t.
Tusar.
Tusado.
Yaguané.
Zaino.
Zaino claro.
Zaino negro.
Zaino overo.
Zebrado.

BIBLIOGRAFÍA

Tecnología mecánica. Máquinas útiles para trabajar metales, por el ingeniero mecánico EDUARDO VOLPATTI, tomo I. *Tornos.* 1 volumen de 119 páginas con 119 figuras. Talleres heliográficos de R. Radaelli. — Buenos Aires, 1916.

El autor de este trabajo, que es profesor de tecnología mecánica en la Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales y en la Escuela industrial de la Nación, inicia al parecer, la publicación de una obra que constará de varios tomos, cada uno de los cuales comprenderá el estudio de alguna de las siguientes máquinas útiles : tornos, agujeradoras, cepilladoras, limadoras, fresadoras, rectificadoras, máquinas de mortajar, de roscar, etc. De los mismos temas ya se ha ocupado en algunos artículos aparecidos en la *Revista del Centro estudiantes de ingeniería.*

El tomito que acaba de ser impreso, es el primero de la serie y está dedicado exclusivamente al estudio de los tornos, comprendiendo en lo esencial, las siguientes partes :

I, *Torno simple.* II, *Torno paralelo de engranaje.* Soporte. Cabezal fijo. Contrapunta. Banco. Accesorios de torno. Herramientas. Trabajos de torno. Tornos paralelos especiales. Transmisión de la fuerza motriz. III, *Tornos de plato.* Torno de un disco. Tornos de dos discos. Torno Pond para ruedas de vagones. Fuerza absorbida. IV, *Torno revólvers.* V, *Tornos automáticos.* VI, *Tornos verticales* (común, revólver, etc.). VII, *Tornos especiales* (para ejes de vagones, caños, cilindros, etc.). VIII, *Instrumentos de medición.* IX, *Rectificadoras.* X, *Energía absorbida por los tornos.* XI, *Costo de producción.* XII, *Recepción y montaje de máquinas útiles.*

Esta obrita está destinada seguramente, en primer lugar á prestar servicios á los alumnos de los cursos mencionados, pero como ella no contiene ni fórmulas, ni términos inaccesibles al entendimiento de cualquier persona de preparación elemental, queda también al alcance de los industriales, jefes de talleres, comerciantes del ramo, etc.

El título de cada capítulo viene acompañado de una nota con sus equivalentes en varios idiomas, sistema muy cómodo para el lector y que se ha empleado también en algunas obras alemanas. Es este un detalle que recomendamos seguir en los volúmenes sucesivos.

JUAN JOSÉ CARABELLI.

Contribución al estudio del quebracho colorado, por el ingeniero agrónomo JUAN B. GALARZA, en *Trabajos del Instituto de botánica y farmacología* (Facultad de ciencias médicas de Buenos Aires), número 32, un tomo, 70 páginas, con 33 figuras. Editor, Jacobo Peuser. Buenos Aires, 1915.

El autor hace un detallado estudio del *quebracho colorado*, cuya dos especies productoras (*Schinopsis Lorentzii* (Griseb.) Engl. y *S. Balansae* Engl.) trata desde el punto de vista botánico, histológico, fitogeográfico, explotación, rotación periódica de la misma, productos secundarios (carbón y extracto).

En cuanto al extracto lo estudia detenidamente en sus propiedades físicas y aplicaciones. La madera es objeto también de prolijo estudio desde los siguientes puntos de vista : peso específico ó densidad, resistencia, laborabilidad, duración ó resistencia, humedad, poder calorífico relacionado con el costo del combustible, composición química, riqueza en extracto con cuadros detallados de análisis. Tiene además párrafos importantes sobre repoblación de los bosques, comercio y exportación y aplicaciones en las construcciones é industrias y por último, una buena bibliografía.

Por lo expuesto, podría juzgarse de la importancia de esta obra hecha con verdadero esmero y exactitud.

A. C. SCALA.

Contribución al estudio de la « Piptadenia Cebil » Gris., por FIDEL ZELADA. Tesis para obtar el grado de doctor en química y farmacia presentada á la Universidad nacional de La Plata (Museo), Facultad de ciencias naturales. Un volumen de 72 páginas con 6 figuras. Buenos Aires, 1915. Editor, Coni Hermanos, Perú 684. Buenos Aires.

Consta de un *Proemio* y una *Introducción*. El tema está tratado subdividido en cuatro capítulos que comprenden la descripción botánica, composición química de los taninos, evaluación de las materias tanantes y clasificación del tanino estudiado.

Llega luego á las siguientes conclusiones :

1ª Los cortes microscópicos transversales de la corteza muestran los elementos histológicos que caracterizan las células taníferas ;

2ª El porcentaje de tanino de una misma materia varía con la temperatura de extracción, la cantidad de líquido extractor y los resultados del análisis, discordantes, acusan diferencias muy notables ;

3ª La cantidad de tanino por ciento, tomando la media de los números obtenidos en las tres extracciones y atendiendo los resultados dados por el procedimiento de los polvos de piel es de 11^{379} ;

4ª El tanino del *Cebil* es un tanino catéquico ;

5ª Los cueros curtidos con *Cebil* puramente, son superiores en calidad á los que producen las demás materias curtientes vegetales empleadas en el país.

El conjunto es un trabajo bien presentado tanto por la sencillez como por su clara exposición.

A. C. SCALA.

ÍNDICE GENERAL

DE LAS

MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO OCTOGÉSIMO PRIMERO

BIBLIOGRAFÍA

PUBLICACIONES RECIBIDAS EN CANGE

EXTRANJERAS

Alemania

Zeftschrift der Gesellschaf fur Erdkunde, Berlin. — Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rhinalande-Westfalens, etc., Bonn. — Abhandlungen herausgegeben von Naturwissenschaftiichen Verein, Bremen. — Deutsche Geographische Clätter, Bremen. — Abh. der Kaiserl. Leop. Barol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Halle. — Nachrichten von der Konigl Geslelschaft der Wissenschaften, Gottingen. — Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Dresden. — Naturforschenden Gesellschaft, Leipzig. — Mitheilungen aus dem Naturhistorischen Museum, Hamburg. — Mittheilungen der geographischen Gesellschaft, Hamburg. — Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, Freiburg. — Jahres Berfchte des Naturwissenschaftlichen, Elberield. — Schriften der Phisikalisch — Okonomischen gesellschaft, Stuttgart. — Drucksache Andeu Verlag von Sud-u- Mittel Amerika, Berlín. — Sitzungsberichte der mathematische, physikalischen Klasseder, K. B. Akademie der Wissenschaften Munchen.

Australia

Records of the geological Survey, Sydney.

Austria-Hungría

Verhandlungen des naturforschen des Vereines, Brünn. — Annalen des K. K. Naturhistorischen of Museums, Viena. — Verhandlungen der K. K. Zoologisch Botanischen gesellschaft, Wien. — Sitzungsberichte des deutschen naturwissenchaftlich Medicinischen Vereines fur-Bohmen, « Lotos » Praga. — Jarhbuch des Ungarischen Kapathen Vereines, Iglo. — Annales Historico-Naturales Musei Nationali Hungarici, Budapest. — Sevceuko Gessellschaft der Wissenschaften in Lemberg.

Bélgica

Acad. Royale des Sciences, des Letres et des Beaux Arts, Bruxelles. — Ann. de la Soc. Entomologique, Bruxelles. — Ann. de la Soc. Royale Malacologique, Bruxelles. — Bull. de l'Assoc. des Ing. Electriciens Institute Montefiore. — Liège. — Societé Internationale de Dialectologie Romane, Bruxelles.

Brasil

Boletim da Sociedade de Geographia, Rio Janeiro. — Bol. do Museo Paraense, Pará. — Rev. do Centro de Sciencias, Letras e Artes, Campinas. — Bol. da Agricultura, S. Paulo. — Rev. do Museo Paulista, S. Paulo. — Comissao Geográphica é Geologica, San Paulo. — Bol. do Observ. Meteregico, Rio Janeiro. — Bol. do Inst. Geographico é Etnographico, Rio Janeiro. — Rev. da Sociedade Scientifica, Sao Paulo. — Rev. do Club de Engenharia, Rio de Janeiro. — Revista « A Lavoura », Río de Janeiro.

Canadá

Report of the Geologinal Survey, Ottawa.

Chile

Rev. de la Soc. Médica, Santiago. — Ver handlungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereines, Santiago. — Actas de la Soc. Científica de Chile, Santiago. — Rev. Chilena de Hijiene, Santiago. — Ofic. Hidrográfica de la Marina de Chile, Valparaíso. — Rev. Chilena de Historia Natural, Valparaíso. — Rev. de Arquitectura, Santiago. — Anuario del Servicio Meteorológico de la Dirección del Territorio Marítimo, Valparaíso. — Rev. de la Oficina de Mensuras de Tierras, Santiago. — Rev. de Ingenieria y Arquitectura, Valparaíso.

Colombia

An. de Ingenieria. Soc. Colombiana de Ingenieros, Bogotá. — Rev. del Ministerio de Obras Públicas, Bogotá. — Bol. del Ministerio de Relaciones Exteriores, Bogotá.

Costa Rica

Oficina de Depósito y Cange de Publicaciones. San José. — An. del Inst. Físico Geográfico Nacional, — San José. — Bol. de Fomento, Órgano del Ministerio de Fomento, San José.

Cuba

Universidad de la Habana, Cuba. — Bol. del Observatorio Meteorológico del Colegio de Belén, Habana. — Rev. de la Facultad de Letras y Ciencias, Habana. — Anales de la Academia de ciencias médicas, físicas y naturales, Habana.

Ecuador

Rev. de la Soc. Jurídico-Literaria, Quito. — An. de la Universidad Central del Ecuador, Quito.

España

Bol. de la Soc. Geográfica, Madrid. — Bol. de la R. Acad. de Ciencias, Barcelona. — R. Acad. de Ciencias, Madrid. — Rev. de la Unión Ibero-Americana, Madrid. — Rev. de Obras Públicas, Madrid. — Rev. Tecnológica Industrial, Barcelona. — Rev. Industria é invenciones, Barcelona. — Rev. Minera Metalúrgica y de Ingeniería, Madrid. — Bol. de la Real Sociedad Española de Historia Natnral (Museo de Ciencias Naturales), Madrid.

Estados Unidos

Bull. of the Scientific Laboratoires of Denison University, Granville, Ohio. — Bull. of the Lloid Library of Botany, Pharmarcy and Materia Medica, Cincinati, Ohio. — Bull. of the New York Botanical Garden, New York. — Bull. of the Wisconsin Natural History Society Milwankee, Wis. — Bull. of the University, Kansas. — Bull. of the American Geographical Society, New York. — Jonrnal of the New Jersey Natural History, New Jersery, Trenton. — Journal of the Military Service Institution. of the U. States. — Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, Chapel Hill. Nord-Carolina. — Memoirs of the National Academy of Sciences, Washington. — M. Zoological Garden, New York. — Proceeding of the Engineers Club, Filadelfia. — Ann. Report Missouri Botanical Garden, San Luis M. O. — Association of Engineering Society San Louis, Mas. — Bull. of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge-Mas. — Bull. of the American Mathematical Society, New York. — Trasaction of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, Madison Wis. — Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, New Haven. — The Engineering Magazine, New York. — Sixtenth Annual Report of the Agricultural Experiment Station, Nebraska. — The Library American Association for the Advancement of Sciences. Care of the University, Cincinati Ohio. — Secretary Board of Comisioners Second Geological Survey of Pensylvania, Philadelphia. — Smithsonians Institution, Washington. — U. S. Geological Survey, Washington. — The Ohio Mechanics Institute, Cincinati — University of California Publications, Berkeley. — Proceeding of the Davemport Academy, Jowa. — Proceeding and transaction of the Association, Meride, Conn. — Proceeding American Society Engineers, New York. — Proceeding of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia. Proceeding of the American Philosophical Society, Philadelphia. — Proceeding of the Indiana Academy of Sciences, Indianopolis. — Proceeding of the California Academy of Science, — San Francisco. — The University of Colorado. « Studies ». Colorado. — University of New Mexico Library, Albuquerque. — Michigan Academy of Sciences. Lausing-Michigan. — The Engineers Society of Western Pensylvania, Pittsburg. — Bulletin of the Hadley Climatological Laboratory of the University of New Mexico, New Mexico. — Ohio Agricultural Experiment Station, Wooster-Ohio. — American Institute of Mining Engineers, New York. — Washington University Studies, San Louis M-O. — American Midland Naturalist University of Notre Dame, Indiana.

Filipinas

Bulletin of the Manila Central Observatory, Manila.

Francia

Bull. de la Soc. d'Etudes Scientfiques, Angers. — Bull de la Soc. des Ingénieurs Civils de France, Paris. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Paris. — Bull. de la Acad. des Sciences et Lettres, Montpelier. — Bull. de la Soc. de Topographie de France, Paris. — Recueil de Médecine Vétérinaire, Alfort. — Travaux Scientifiques de l'Université, Rennes. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Bordeaux. — Bull. de la Soc. des Sciences Naturelles et Mathematiques, Cherbourg. — Ann. des Mines, Paris. — Min. de l'Instruction Public et des Beaux Arts, Paris. — La Feuille des Jeunes Naturalistes, Paris. — Ann. de la Soc. Linnéenne, Lyon. — Bull. de la Soc. de Géographie Commerciale, Havre. — Bulletin de la Societé de Etude des Science Naturelles. Beziers. — Bulletin de la Societé de Geographie, Rocheffort. — Journal de la Societé des Amerrcanistes, Paris. — Revue des Pyrénées, Toulouse. — Ecole Nationale Imperieme des Mines, Paris. — Cercle au Tour du Monde, Boulogne sur Seine.

Holanda

Acad. R. des Sciences, Amsterdam. — Nederlandche Entomolog. Verseg, Rotterdam.

Honduras

Revista de la Universidad de Honduras, Tegucigalpa.

Inglaterra

The Geological Society, London. — Minutes of Proceeding of the Institution of Civil Engineers, London. — Institution of Civil Engineers of Ireland, Dublin. — The Guaterly Journal of the Geological Society, London. — The Mineralogical Magazini, Londres.

(Concluirá en el próximo número).






SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01357 2839